

Universitat de Lleida
Escola Politècnica Superior
Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Mecànica

Projecte final de carrera

**Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i
Calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.**

Autora: Lúdia Bertran Lorente

Director: Albert Castell Casol

Març de 2008



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

0. ÍNDEX GENERAL



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

ÍNDEX GENERAL.

| | |
|--|-----------|
| ÍNDEX GENERAL..... | 3 |
| ÍNDEX DE FIGURES..... | 9 |
| ÍNDEX DE TAULES..... | 11 |
| 1.- MEMÒRIA..... | 15 |
| 1.0.- FULL D'IDENTIFICACIÓ | 17 |
| <i>Índex de la memòria.....</i> | <i>19</i> |
| 1.1.- INTRODUCCIÓ..... | 23 |
| 1.1.1.- Energies renovables. | 25 |
| 1.1.2.- El Sol com font d'energia | 29 |
| 1.2.- L'ENERGIA SOLAR. | 32 |
| 1.2.1 Energia solar tèrmica. | 32 |
| 1.2.2 Energia solar fotovoltaica. | 36 |
| 1.3.- OBJECTE DEL PROJECTE. | 39 |
| 1.4.- ABAST..... | 40 |
| 1.5.- ANTECEDENTS. | 41 |
| 1.5.1.-Descripció de la vivenda | 42 |
| 1.6.- NORMES I REFERÈNCIES. | 46 |
| 1.6.1.- Disposicions legals i normes aplicades. | 46 |
| 1.6.2.- Bibliografia. | 47 |
| 1.6.3.- Programes informàtics i de càlcul..... | 47 |
| 1.6.4.- Altres referències. | 48 |
| 1.7.- DEFINICIONS I ABREVIATURES. | 49 |
| 1.7.1.- Definicions. | 49 |
| 1.7.2.- Abreviacions. | 51 |
| 1.8.-REQUISITS DE DISSENY. | 53 |
| 1.8.1.-Requisits generals del projecte. | 53 |
| 1.9.-ANÀLISI DE SOLUCIONS..... | 55 |
| 1.9.1.- Càrrega total per ACS..... | 55 |
| 1.9.2.- Càrrega de calefacció. | 56 |
| 0. Índex general | 3 |

| | |
|--|-----------|
| 1.9.3.- Captadors solars..... | 57 |
| 1.9.4.-Nombre de captadors..... | 60 |
| 1.9.4.1.- Captadors per ACS..... | 60 |
| 1.9.4.1.- Captadors per calefacció..... | 61 |
| 1.9.5.-Connexió dels captadors..... | 66 |
| 1.9.6.- Fluid caloportador. | 66 |
| 1.9.6.- Dipòsits acumuladors..... | 67 |
| 1.9.7.- Vas d'expansió..... | 67 |
| 1.9.8.- Bomba de circulació..... | 68 |
| 1.10.- RESULTATS FINALS..... | 69 |
| 1.10.1.- Descripció general de la instal·lació. | 69 |
| 1.10.2.- Captadors solars..... | 70 |
| 1.10.2.1.-Nombre de captadors..... | 71 |
| 1.10.2.2.- Subjecció i separació entre files. | 71 |
| 1.10.2.3.- Tipus de connexió..... | 72 |
| 1.10.3.- Fluid caloportador. | 73 |
| 1.10.5.- Dipòsit acumulador d'ACS. | 74 |
| 1.10.6.- Dipòsit d'inèrcia..... | 75 |
| 1.10.7.- Dimensionat de les canonades. | 76 |
| 1.10.8.- Bomba de circulació..... | 77 |
| 1.10.9.- Vas d'expansió..... | 78 |
| 1.10.10.- Centraleta de regulació. | 78 |
| 1.10.11.- Altres elements del circuit. | 80 |
| 1.10.11.1.- Vàlvula de seguretat..... | 80 |
| 1.10.11.2.- Purgadors d'aire..... | 80 |
| 1.10.11.3.- Vàlvules de tall. | 80 |
| 1.10.11.4.- Electrovàlvula de tres vies..... | 81 |
| 1.10.11.5.- Manòmetres..... | 81 |
| 1.10.11.6.- Sensor d'irradiació..... | 81 |
| 1.10.11.7.- Sonda de temperatura..... | 81 |
| 1.10.12.- Altres elements en el circuit ACS. | 82 |
| 1.10.12.1.- Manòmetre..... | 82 |
| 1.10.12.2.- Sonda de temperatura..... | 82 |
| 1.10.12.3.- Vàlvules de tall. | 82 |
| 1.10.12.4.- Vàlvules antiretorn..... | 82 |
| 1.10.12.5.- Vàlvula reductora de pressió. | 82 |
| 1.10.12.6.- Filtre..... | 83 |
| 1.10.12.7.- Vàlvula de buidat..... | 83 |
| 1.10.13.- Altres elements en el circuit de calefacció..... | 83 |
| 1.10.13.1.- Manòmetre..... | 83 |
| 1.10.13.2.- Sonda de temperatura..... | 83 |

| | |
|---|------------------|
| 1.10.13.3.- Vàlvules de tall. | 83 |
| 1.10.13.4.- Vàlvules antiretorn. | 84 |
| 1.10.13.5.- Vàlvula reductora de pressió. | 84 |
| 1.10.13.6.- Filtre. | 84 |
| 1.10.13.7.- Vàlvula de buidat. | 84 |
| 1.11.-PLANIFICACIÓ..... | 85 |
| 2.- ANNEXES..... | 87 |
| <i>Índex de l'annex.</i> | <i>89</i> |
| 2.1.- CÀLCULS. | 91 |
| 2.1.1.-Càlcul de les càrregues tèrmiques. | 91 |
| 2.1.1.1.- Introducció de dades. | 91 |
| 2.1.2.- Instal·lació solar tèrmica per calefacció i ACS. | 104 |
| 2.1.2.1.- Energia necessària per calefacció. | 104 |
| 2.1.2.2.- Energia necessària per ACS. | 107 |
| 2.1.2.3 Energia total de calefacció i ACS. | 109 |
| 2.1.3.- Càlcul energia solar incident. | 110 |
| 2.1.4.- Orientació i inclinació dels captadors solars. | 124 |
| 2.1.5.- Selecció del fluid caloportador..... | 126 |
| 2.1.6.- Cabal del circuit primari..... | 128 |
| 2.1.7.- Selecció del captador..... | 128 |
| 2.1.8.- Factor captador-bescanviador..... | 135 |
| 2.1.9.- Àrea de captació necessària per calefacció. | 137 |
| 2.1.10.- Dissipador d'escalfor..... | 149 |
| 2.1.11.- Àrea de captació necessària per ACS..... | 149 |
| 2.1.12.- Tipus de connexió dels captadors..... | 151 |
| 2.1.13.- Distribució dels captadors solars..... | 154 |
| 2.1.14.- Volum del dipòsit acumulador. | 154 |
| 2.1.15.- Volum dipòsit d'inèrcia. | 155 |
| 2.1.16.- Dimensionat de les canonades. | 156 |
| 2.1.17.- Càlcul de les pèrdues de càrrega..... | 159 |
| 2.1.17.1.- Pèrdues de càrrega contínues..... | 160 |
| 2.1.17.2.- Pèrdues de càrrega singular..... | 163 |
| 2.1.17.3.- Pèrdues de càrrega singular d'altres elements..... | 168 |
| 2.1.17.4.- Pèrdues de càrrega total ACS..... | 170 |
| 2.1.17.5.- Pèrdues de càrrega total de calefacció..... | 171 |
| 2.1.18.- Selecció de la bomba de circulació..... | 171 |
| 2.1.18.1.- Selecció bomba per circuit ACS..... | 171 |
| 0. Índex general | 5 |

| | |
|--|------------|
| 2.1.18.2.- Selecció bomba per circuit calefacció..... | 172 |
| 2.1.19.- Càlcul del vas d'expansió..... | 173 |
| 2.1.19.1.- Selecció vas expansió per ACS..... | 176 |
| 2.1.19.1.- Selecció vas expansió per calefacció. | 177 |
| 2.1.20.- Càlcul canonada de buidat..... | 178 |
| 2.1.21.- Càlcul de la potència de la caldera..... | 178 |
| 2.1.22.- Càlcul resistència estructural del sostre. | 179 |
| 3.- PLÀNOLS..... | 181 |
| <i>Índex dels plànols.</i> | 183 |
| 3.1.-SITUACIÓ..... | 184 |
| 3.1.-SITUACIÓ..... | 184 |
| 3.2.- EMPLAÇAMENT. | 185 |
| 3.3.- FAÇANES..... | 186 |
| 3.4.- PLANTA BAIXA. | 187 |
| 3.5.-PRIMERA PLANTA. | 188 |
| 3.6.- SITUACIÓ CAPTADORS..... | 189 |
| 3.7.-DIAGRAMA DE PRINCIPIA ACS. | 190 |
| 3.8.- DIAGRAMA D'ENGINYERIA ACS. | 191 |
| 3.9.- DIAGRAMA DE PRINCIPI CALEFACCIÓ..... | 192 |
| 3.10.- DIAGRAMA D'ENGNYERIA CALEFACCIÓ..... | 193 |
| 3.11.- DIPÒSITS. | 194 |
| 4.- PLEC DE CONDICIONS..... | 195 |
| <i>Índex del plec de condicions.....</i> | 197 |
| 4.1.- NORMATIVA. | 199 |
| 4.1.- NORMATIVA. | 199 |
| 4.2.- INSTAL·LACIÓ I POSTA EN MARXA. | 200 |

| | |
|---|------------|
| 4.2.1.- Muntatge..... | 200 |
| 4.2.1.1.- Generalitats..... | 201 |
| 4.2.1.2.- Muntatge de canonades i accessoris..... | 203 |
| 4.2.2.-Posta en marxa..... | 207 |
| 4.3.- MANTENIMET INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA..... | 208 |
| 4.4.- FULLS D'ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES..... | 212 |
| 4.4.1.- Captador solar..... | 212 |
| 4.4.2.- Dipòsit acumulador..... | 213 |
| 4.4.3.- Dipòsit d'inèrcia..... | 215 |
| 4.4.4.- Dissipador d'escalfor..... | 216 |
| 4.4.5.- Grup hidràulic..... | 217 |
| 4.4.6.- Centraleta reguladora..... | 218 |
| 4.4.7.- Vas d'expansió..... | 219 |
| 5.-ESTAT D'AMIDAMENTS..... | 221 |
| <i>Índex de l'estat d'amidaments.....</i> | <i>223</i> |
| 5.1.- PARTIDES DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS..... | 225 |
| 5.2.-Partida 1: Energia solar..... | 226 |
| 5.3.- Partida 2: ACS..... | 227 |
| 5.4.- Partida 3: Calefacció..... | 228 |
| 6.-PRESSUPOST..... | 229 |
| <i>Índex del pressupost.....</i> | <i>231</i> |
| 6.1.- PREUS UNITARIS..... | 233 |
| 6.1.- PREUS UNITARIS..... | 233 |
| 6.1.1.- Preus unitaris partida 1: energia solar..... | 233 |
| 6.1.2.- Preus unitaris partida 2:ACS..... | 235 |
| 6.1.3.- Preus unitaris partida 3: calefacció..... | 236 |
| 6.2.- PRESSUPOST PER PARTIDES..... | 237 |
| 6.2.1.- Pressupost per partida 1: energia solar..... | 237 |
| 0. Índex general | 7 |

| | |
|--|------------|
| 6.2.2.- Pressupost per partida 2: ACS..... | 239 |
| 6.2.3.- Pressupost per partida 3: calefacció | 240 |
| 6.3.- PRESSUPOST GENERAL | 241 |

ÍNDEX DE FIGURES

| | |
|---|-----|
| Figura 1.1: Consum d'energia a Catalunya per fonts..... | 28 |
| Figura 1.2: Consum d'energia final a Catalunya per sectors..... | 28 |
| Figura 1.3: Consum d'energia primària a Catalunya l'any 2003. Font ICAEN..... | 29 |
| Figura 1.4: Formes diverses de captació de l'energia solar..... | 31 |
| Figura 1.5: Circuit obert i tancat instal·lació solar tèrmic..... | 34 |
| Figura 1.6: Instal·lació solar tèrmica sense inversor..... | 37 |
| Figura 1.7: Instal·lació solar fotovoltaica amb inversor..... | 37 |
| Figura 1.8: Casa..... | 42 |
| Figura 1.9: Corbes de rendiment dels captadors..... | 58 |
| Figura 1.10: Comparació cost/potència del captadors..... | 59 |
| Figura 1.11: Gràfic cost-nombre de captadors..... | 65 |
| Figura 1.12: Connexió captador ACS..... | 72 |
| Figura 1.13: Connexió captadors calefacció..... | 72 |
| Figura 1.14: Esquema i cotes dipòsit acumulador ACS Idrogas..... | 75 |
| Figura 1.15: Dipòsit d'inèrcia Idrogas..... | 76 |
| Figura 2.1: Pantalla definició dades exteriors DpClima..... | 92 |
| Figura 2.2: Identificació locals en la vivenda..... | 93 |
| Figura 2.3: Potència calorífica anual..... | 105 |
| Figura 2.4: Esquema declinació solar..... | 112 |
| Figura 2.5: Percentatge pèrdues d'energia..... | 125 |
| Figura 2.6: Punt de congelació en funció del percentatge de propilenglicol..... | 127 |
| Figura 2.7: Corbes de rendiment dels captador..... | 133 |
| Figura 2.8: Comparació cost/potència del captadors..... | 134 |
| Figura 2.9: Rendiment Takama T2-inox..... | 135 |
| Figura 2.10: Corbes f-charts..... | 140 |
| Figura 2.11: Gràfic cost-nombre de captadors..... | 148 |
| Figura 2.12: Connexió captador ACS..... | 152 |
| Figura 2.13: Connexió captadors calefacció..... | 153 |
| Figura 2.14: Separació entre captadors..... | 154 |
| Figura 2.15: Esquema trams circuits..... | 160 |
| Figura 2.16: Pèrdues en els captadors solars..... | 169 |
| Figura 4.1: Col·lector solar Takama T2 INOX..... | 212 |
| Figura 4.2: Esquema i cotes dipòsit acumulador ACS Idrogas..... | 213 |

| | |
|---|-----|
| Figura 4.3: Dipòsit d'inèrcia Idrogas..... | 215 |
| Figura 4.4: Dissipador d'escalfor Ecosol DISIP 6..... | 216 |
| Figura 4.5: Grup hidràulic ROCA KHS10..... | 217 |
| Figura 4.6: Centraleta reguladora..... | 218 |
| Figura 4.7: Vas d'expansió..... | 219 |

ÍNDEX DE TAULES

| | |
|--|-----|
| Taula 1.1: Definicions..... | 51 |
| Taula 1.2: Càrrega d'ACS..... | 55 |
| Taula 1.3: Càrrega de calefacció..... | 56 |
| Taula 1.4: Característiques captadors solars..... | 57 |
| Taula 1.5: Rendiments i Rati cost/potència dels captadors..... | 59 |
| Taula 1.6: Àrea de captació necessària per ACS..... | 60 |
| Taula 1.7: Cost Total per 1 captador..... | 61 |
| Taula 1.8: Cost Total per 2 captadors..... | 62 |
| Taula 1.9: Cost Total per 3 captadors..... | 62 |
| Taula 1.10: Cost Total per 4 captadors..... | 63 |
| Taula 1.11: Cost Total per 5 captadors..... | 63 |
| Taula 1.12: Cost Total per 6 captadors..... | 64 |
| Taula 1.13: Cost Total per 7 captadors..... | 64 |
| Taula 1.14: Cost Total per 8 captadors..... | 65 |
| Taula 1.15: Propietats mescla aigua-propilenglicol..... | 67 |
| Taula 1.6: Característiques captador TAKAMA T2-INOX..... | 71 |
| Taula 1.7: Propietats mescla aigua-propilenglicol..... | 73 |
| Taula 1.8: Característiques tècniques dipòsit acumulador..... | 74 |
| Taula 1.9: Característiques tècniques dipòsit d'inèrcia..... | 76 |
| Taula 1.10: Característiques grup hidràulic..... | 77 |
| Taula 2.1: Condicions exteriors Lleida..... | 92 |
| Taula 2.2: Requeriments aire ventilació..... | 94 |
| Taula 2.4: Energia de calefacció consumida en un dia de març..... | 106 |
| Taula 2.5: Càrregues calefacció..... | 107 |
| Taula 2.6: Valors demanda d'ACS segons tipus edifici..... | 108 |
| Taula 2.7: Mitja mensual temperatura aigua xarxa a Lleida..... | 109 |
| Taula 2.8: Energia necessària per ACS..... | 109 |
| Taula 2.9: Resum demanda d'energia total anual..... | 110 |
| Taula 2.10: Dies significatius per mes de l'any..... | 112 |
| Taula 2.11: Declinació solar..... | 113 |
| Taula 2.12: Mitjana mensual radiació diària sup. Horitzontal a Lleida..... | 113 |
| Taula 2.13: Índex nuvolositat mensual a Lleida..... | 114 |
| Taula 2.14: Angle horari per Lleida..... | 114 |
| 0. Índex general | 11 |

| | |
|---|-----|
| Taula 2.15: Valors radiació solar difusa a Lleida..... | 117 |
| Taula 2.16: Hores de sol i dies de cada mes..... | 117 |
| Taula 2.17: Inclinació superfície captadora 25°C..... | 118 |
| Taula 2.18: Inclinació superfície captadora 30°C..... | 119 |
| Taula 2.19: Inclinació superfície captadora 40°C..... | 120 |
| Taula 2.20: Inclinació superfície captadora 50°C..... | 121 |
| Taula 2.21: Inclinació superfície captadora 60°C..... | 122 |
| Taula 2.22: Inclinació superfície captadora 70°C..... | 123 |
| Taula 2.23 : Inclinació òptima col·lectors..... | 124 |
| Taula 2.24: pèrdues límits..... | 125 |
| Taula 2.25: Temperatura ambient mitjana mensual durant hores de sol a Lleida..... | 130 |
| Taula 2.26: Característiques col·lectors a comparar..... | 132 |
| Taula 2.27: Valor de correcció captadors..... | 132 |
| Taula 2.28: Rendiments i Rati cost/potència dels captadors..... | 133 |
| Taula 2.29: Nombre de captadors per àrea de captació..... | 138 |
| Taula 2.30: resum de dades de partida..... | 144 |
| Taula 2.31: Cost Total per 1 captador..... | 144 |
| Taula 2.32: Cost Total per 2 captadors..... | 145 |
| Taula 2.33: Cost Total per 3 captadors..... | 145 |
| Taula 2.34: Cost Total per 4 captadors..... | 146 |
| Taula 2.35: Cost Total per 5 captadors..... | 146 |
| Taula 2.36: Cost Total per 6 captadors..... | 147 |
| Taula 2.37: Cost Total per 7 captadors..... | 147 |
| Taula 2.38: Cost Total per 8 captadors..... | 148 |
| Taula 2.39: Àrea de captació necessària per ACS..... | 150 |
| Taula 2.40: Longitud estructura segons nº captadors..... | 153 |
| Taula 2.41: Diàmetres normalitzats..... | 158 |
| Taula 2.46: Pèrdues de càrrega ACS..... | 166 |
| Taula 2.47: Pèrdues de càrrega singulars calefacció..... | 167 |
| Taula 2.48: Pèrdua de càrrega en els serpentins..... | 170 |
| Taula 5.1: Amidaments partida energia solar..... | 226 |
| Taula 5.2: Amidaments partida ACS..... | 227 |
| Taula 5.3: Amidaments partida calefacció..... | 228 |
| Taula 6.1-.Preus unitaris partida 1..... | 234 |

| | |
|---|-----|
| Taula 6.2-.Preus unitaris partida 2..... | 235 |
| Taula 6.3-.Preus unitaris partida 3..... | 236 |
| Taula 6.4-.Pressupost partida 1: energia solar..... | 238 |
| Taula 6.5-.Pressupost partida 2: ACS..... | 239 |
| Taula 6.6-.Pressupost partida 3: calefacció..... | 240 |



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida



1.- MEMÒRIA.



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

1.0.- FULL D'IDENTIFICACIÓ

Dades del projecte.

Títol del projecte: Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa del T.M. de Vilanova de Segrià.

Coordenades UTM: X:800.886, Y:4.624.724,1.

Dades del promotor

Nom i cognoms: Jordi Bertran Plana

Adreça: C/Pla de la Verge, 44, 7e, 3a
25008, LLEIDA.

Telèfon: 973 24 24 42.

Correu electrònic: vicentinvicentin@hotmail.com

Dades del projectista.

Nom i cognoms: Lídia Bertran Lorente

N.I.F.: 47675923M

Adreça: C/ Costa d'amunt, s/n
25002. LLEIDA.

Telèfon: 555 732891

Lleida, 11 de febrer de 2008.



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

Índex de la memòria

| | |
|--|-----------|
| 1.- MEMÒRIA..... | 15 |
| 1.0.- FULL D'IDENTIFICACIÓ | 17 |
| <i>Índex de la memòria.....</i> | 19 |
| 1.1.- INTRODUCCIÓ..... | 23 |
| 1.1.1.- Energies renovables. | 25 |
| 1.1.2.- El Sol com font d'energia | 29 |
| 1.2.- L'ENERGIA SOLAR. | 32 |
| 1.2.1 Energia solar tèrmica. | 32 |
| 1.2.2 Energia solar fotovoltaica. | 36 |
| 1.3.- OBJECTE DEL PROJECTE. | 39 |
| 1.4.- ABAST..... | 40 |
| 1.5.- ANTECEDENTS. | 41 |
| 1.5.1.-Descripció de la vivenda | 42 |
| 1.6.- NORMES I REFERÈNCIES. | 46 |
| 1.6.1.- Disposicions legals i normes aplicades. | 46 |
| 1.6.2.- Bibliografia. | 47 |
| 1.6.3.- Programes informàtics i de càlcul..... | 47 |
| 1.6.4.- Altres referències. | 48 |
| 1.7.- DEFINICIONS I ABREVIATURES. | 49 |
| 1.7.1.- Definicions. | 49 |
| 1.7.2.- Abreviacions. | 51 |
| 1.8.-REQUISITS DE DISSENY. | 53 |
| 1.8.1.-Requisits generals del projecte. | 53 |
| 1.9.-ANÀLISI DE SOLUCIONS..... | 55 |
| 1.9.1.- Càrrega total per ACS..... | 55 |
| 1.9.2.- Càrrega de calefacció. | 56 |
| 1.9.3.- Captadors solars..... | 57 |
| 1.9.4.-Nombre de captadors..... | 60 |
| 1.9.4.1.- Captadors per ACS. | 60 |
| 1.9.4.1.- Captadors per calefacció..... | 61 |
| 1. Memòria | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 1.9.5-Connexió dels captadors..... | 66 |
| 1.9.6.- Fluid caloportador. | 66 |
| 1.9.6.- Dipòsits acumuladors..... | 67 |
| 1.9.7.- Vas d'expansió..... | 67 |
| 1.9.8.- Bomba de circulació..... | 68 |
| 1.10.- RESULTATS FINALS..... | 69 |
| 1.10.1.- Descripció general de la instal·lació. | 69 |
| 1.10.2.- Captadors solars. | 70 |
| 1.10.4.1.-Nombre de captadors. | 71 |
| 1.10.4.2.- Subjecció i separació entre files. | 71 |
| 1.10.4.3.- Tipus de connexió. | 72 |
| 1.10.5.- Fluid caloportador. | 73 |
| 1.10.6.- Dissipador d'escalfor. | 73 |
| 1.10.7.- Dipòsit acumulador d'ACS. | 74 |
| 1.10.8.- Dipòsit d'inèrcia..... | 75 |
| 1.10.9.- Dimensionat de les canonades. | 76 |
| 1.10.10.- Bomba de circulació..... | 77 |
| 1.10.11.- Vas d'expansió..... | 78 |
| 1.10.12.- Centraleta de regulació. | 78 |
| 1.10.13.- Altres elements del circuit. | 80 |
| 1.10.13.1.- Vàlvula de seguretat..... | 80 |
| 1.10.13.2.- Purgadors d'aire..... | 80 |
| 1.10.13.3.- Vàlvules de tall. | 80 |
| 1.10.13.4.- Electrovàlvula de tres vies..... | 81 |
| 1.10.13.5.- Manòmetres | 81 |
| 1.10.13.6.- Sensor d'irradiació..... | 81 |
| 1.10.13.7.- Sonda de temperatura..... | 81 |
| 1.10.14.- Altres elements en el circuit ACS. | 82 |
| 1.10.14.1.- Manòmetre. | 82 |
| 1.10.14.2.- Sonda de temperatura..... | 82 |
| 1.10.14.3.- Vàlvules de tall. | 82 |
| 1.10.14.4.- Vàlvules antiretorn..... | 82 |
| 1.10.14.5.- Vàlvula reductora de pressió. | 82 |
| 1.10.14.6.- Filtre. | 83 |
| 1.10.14.7.- Vàlvula de buidat..... | 83 |
| 1.10.15.- Altres elements en el circuit de calefacció..... | 83 |
| 1.10.15.1.- Manòmetre. | 83 |
| 1.10.15.2.- Sonda de temperatura..... | 83 |
| 1.10.15.3.- Vàlvules de tall. | 83 |
| 1.10.15.4.- Vàlvules antiretorn..... | 84 |
| 1.10.15.5.- Vàlvula reductora de pressió. | 84 |
| 1.10.15.6.- Filtre. | 84 |

| | |
|------------------------------------|-----------|
| 1.10.15.7.- Vàlvula de buidat..... | 84 |
| 1.11.-PLANIFICACIÓ..... | 85 |



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

1.1.- INTRODUCCIÓ.

Durant molts anys l'home ha fet ús dels combustibles fòssils per tal d'abastir les seves necessitats energètiques. Gràcies a aquests combustibles s'ha arribat a tenir un grau de desenvolupament tecnològic que permet, als països del [primer](#) mon, viure amb un alt grau de comoditat. Aquesta situació, però no és tan idíl·lica com pot semblar, ja que degut a aquest ús sense mesura d'aquest tipus de combustibles s'ha arribat davant d'una situació que demana solució. És imprescindible trobar una manera de satisfer les creixents necessitats dels habitants del món, molts dels quals estan en vies de desenvolupament, i fer-ho sense oblidar que les futures generacions també hauran d'habitar en aquest planeta.

El primer problema que es troba és la gran demanda d'energia que hi ha degut al gran increment de població i del fort desenvolupament sofert per regions densament poblades, com és el cas de la Xina. En només una generació la població mundial ha augmentat en quasi 2.000 milions d'habitants (representa un 33% del total de la població mundial).

El Consell Mundial de l'Energia pronostica que, si no es produeix un dramàtic augment de la pobresa, el consum mundial pujarà en un 50% entre 1990 i 2020, cosa que provocarà una reducció parcial de les diferències entre el món industrialitzat i el que està en vies de desenvolupament.

Es necessita un canvi en la societat. No només s'han de buscar alternatives viables i eficients per reduir al màxim l'ús de combustibles fòssils, sinó que també s'ha de fer un ús racional de l'energia. Les energies renovables es presenten com alternativa a la reducció dels combustibles que fins avui mouen el món. La consciència d'alguns països per intentar reduir les emissions de gasos perjudicials pel mediambient i les persones ha quedat reflectida en diferents trobades on s'han marcat directives a seguir.

PROTOCOL DE MONTREAL

Després de descobrir el forat de la capa d'ozó a l'Antàrtida a finals de 1985, els governs van reconèixer la necessitat d'adoptar mesures més estrictes per la reducció de la producció i consum d'una sèrie de CFC(CFC 11, 12, 113, 114 i 115) i alguns halons (1211, 1301, 2402). El Protocol de Montreal relatiu a les substàncies que esgoten la capa d'ozó es va adoptar el 16 de setembre de 1987 a la seu de l'Organització d'Aviació Civil Internacional de Montreal. El Protocol va entrar en vigor l'1 de gener de 1989, quan va ser ratificat per 29 països i la Comunitat Econòmica Europea (nom que tenia abans la Unió Europea). Després de la seva entrada en vigor ha estat ratificat per alguns països més.

El Protocol va ser concebut amb possibilitat de revisió dels calendaris d'eliminació segons base d'avaluacions científiques i tecnològiques dutes a terme de forma periòdica. Dels resultats d'aquestes avaluacions s'ha ajustat el Protocol per accelerar els calendaris d'eliminació. També s'han introduït altres mesures de control i agregat noves substàncies a controlar a la llista.

PROTOCOL DE KIOTO

El Protocol de Kioto és un instrument internacional que té com a objectiu la reducció de les emissions de 6 gasos que provoquen l'escalfament global: diòxid de carboni (CO_2), metà (CH_4), òxid nitrós (N_2O), hidrofluorocarbonats (HFC), perfluorocarbonats (PFC) i hexafluorur de sofre (SF_6), en un percentatge aproximat d'un 5% del 2008 al 2012, en comparació a les emissions del 1990. Aquest percentatge és a nivell global, cada país dins de Kioto té els seus propis percentatges d'emissions a disminuir.

L'11 de desembre de 1997 els països industrialitzats es van comprometre, a la ciutat de Kioto, a executar un conjunt de mesures per reduir els gasos d'efecte

hivernacle. L'acord va entrar en vigor el 16 de febrer de 2005, després de la seva ratificació per part de Rússia el 18 de novembre de 2004. El govern dels EEUU va signar l'acord però no el va ratificar (ni Bill Clinton, ni George W.Bush), es van retirar del Protocol, no per no compartir la idea de les reduccions, sinó per considerar injust involucrar només als països industrialitzats i excloure a països en vies de desenvolupament grans emissors de CO₂, com són la Xina i Índia.

Espanya que es va comprometre a augmentar un màxim del 15% en relació a l'any , s'ha convertit en el país membre amb menys possibilitats de complir el pactat. L'increment de les seves emissions respecte 1990 durant els últims anys, segons el Ministeri de Medi Ambient de Espanya, són: 1996: +7%; 1997: +15%; 1998: +18%; 1999: +28%; 2000: +33%; 2001: +33%; 2002: +39%; 2003: +41%; 2004: +47%; 2005: +52%; 2006: +52%; 2007: +48%.

1.1.1.- Energies renovables.

Les energies renovables són aquelles fonts d'energia que, a diferència de les fonts convencionals basades en els combustibles fòssils, es renoven de manera contínua; els recursos renovables poden ser consumits al mateix ritme que permeti la nostra possibilitat, en principi il·limitada, de captació i transformació. Són, per aquesta raó, una font inesgotable i neta d'abastament.

Les principals fonts d'energia renovable són la radiació solar, l'atracció gravitacional de la Lluna i el Sol, i la calor interna de la Terra. Si es té en compte que l'energia procedent de la radiació solar absorbida per la terra en un any és equivalent a 20 vegades l'energia emmagatzemada a totes les reserves de combustible fòssils del món (petroli, carbó, gas natural i urani), aprofitant només un 0,005% d'aquesta radiació s'obtindria més energia útil en un any que cremant petroli, carbó i gas durant el mateix temps.

De les diferents fonts d'energies renovables s'obtenen diferent tipus d'energies renovables, els principals són:

- **Energia hidràulica:** L'aigua és, sens dubte, l'element essencial i característic del nostre planeta. Per raó de la circulació constant a través del cicle hidrològic, l'energia cinètica continguda en el seu moviment i l'energia potencial associada als salts d'aigua fan d'aquesta una font d'energia renovable amb un enorme potencial d'aprofitament. El principal ús d'aquesta energia és el de produir electricitat en centrals hidroelèctriques on es transforma l'energia cinètica i potencial de l'aigua en energia hidroelèctrica.
- **Energia eòlica:** L'aprofitament de l'energia cinètica del vent no és res de nou; des de molt abans de la revolució industrial, l'home l'ha aprofitat per bombejar aigua o per propulsar els seus vaixells. El sector de l'energia eòlica fa referència a tot el conjunt de tecnologies i aplicacions en les quals s'aprofita l'energia cinètica del vent i es transforma en energia elèctrica o mecànica. Així doncs, podem distingir dos aplicacions ben diferents: el de producció d'electricitat i el de bombejament d'aigua.
- **Energia solar:** Històricament i arreu del món, el sol ha estat una font fonamental d'energia per a la producció de calor, de manera directa o indirecta. El fonament de l'energia solar tèrmica consisteix en la transformació de la radiació solar en energia calorífica. L'aprofitament tèrmic del sol es pot realitzar mitjançant sistemes actius i sistemes passius. L'energia solar passiva aconsegueix l'aprofitament d'energia solar sense elements mecànics. Els sistemes fotovoltaics aprofiten la radiació solar per a la producció d'electricitat. Es tracta de la tecnologia d'aprofitament de l'energia solar desenvolupada més recentment i té un camp d'aplicació molt ampli.

- **Energia geotèrmica:** Aquesta energia es correspon a l'energia calorífica compresa dins de la Terra i que es transmet per conducció tèrmica cap a la superfície. Existeixen dos tipus fonamentals d'àrees tèrmiques: hidrotèrmiques, que contenen aigua a alta pressió i temperatura emmagatzemada sota l'escorça terrestre en una roca permeable propera a la font de calor; i sistemes de roca calenta, formats per capes de roca permeable que recobreixen un focus calorífic.
- **Energia de la biomassa:** energia continguda en els enllaços químics d'alta energia presents en la matèria viva. S'obté d'una gran diversitat de productes (forestals, deixalles agrícoles i animals, escombraries...). Aquests productes es poden usar directament com a combustibles o transformar com combustibles líquids o gasosos.
- **Energia mareomotriu:** Les interaccions del sistema Terra-Lluna-Sol produeixen unes variacions en el nivell del mar conegudes amb el nom de mareas. En aquest moment s'està estudiant la seva utilització per a la producció d'energia, bàsicament per mitjà de turbines situades en diverses zones de la costa. De moment és un sistema bastant inusual de producció d'energia, llevat de punts concrets del litoral on es pot aplicar.

SITUACIÓ ENERGÈTICA A CATALUNYA.

El consum d'energia final a Catalunya l'any 2003 va ser de 15.237 KTEP, equivalent a gairebé 19.000 milions de litres de gasolina.

Per sectors:

- sector del transport : els carburants són la principal energia consumida; al gasoil li correspon el 61% i a la benzina el 24,4%.

- sector primari: el gasoil també és la principal energia consumida i representa el 88,8%
- sector de la indústria. El gas natural és l'energia final més emprada i representa el 43,9%.
- sector de serveis: l'electricitat s'empra un 67,2%.
- sector domèstic: l'electricitat i el gas natural es reparteixen el consum representen el 39,4% i el 41,6% respectivament.

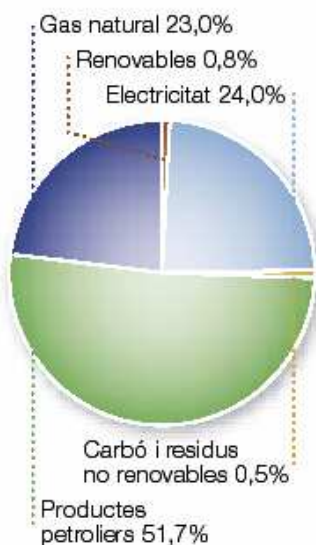


Figura 1.1: Consum d'energia final a Catalunya per fonts energètiques durant l'any 2003. Font: ICAEN

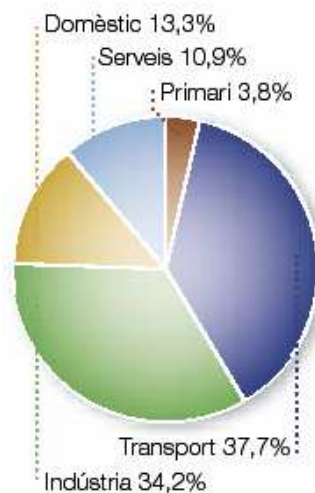


Figura 1.2: Consum d'energia final a Catalunya per sectors consumidors durant l'any 2003. Font: ICAEN.

Eliminado: Fig
Eliminado: .
Eliminado: Fig
Eliminado: .

Consultant dades del consum d'energia primària a Catalunya es veu que per l'any 2003 aquest consum va ser de 25.954,5 kTEP. Dividit en les diferents fonts energètiques:

- petroli: és la principal font energètica consumida a Catalunya i representa el 48,1%.

- energia nuclear: és la segona font en importància amb un 24,7%.
- gas natural: representa el 21,9%
- energies renovables: representen un 3,2% a Catalunya, similar a països com Alemanya o Itàlia, i bastant superior a països com Luxemburg o Bèlgica.

CONSUM D'ENERGIA PRIMÀRIA A CATALUNYA L'ANY 2003

| FONT D'ENERGIA PRIMÀRIA | CONSUM D'ENERGIA PRIMÀRIA | |
|-----------------------------|---------------------------|--------------|
| | kTEP | % |
| Petroli | 12.471,7 | 48,1 |
| Nuclear | 6.419,8 | 24,7 |
| Gas natural | 5.676,0 | 21,9 |
| Renovables | 826,0 | 3,2 |
| Hidràulica | 519,4 | 2,0 |
| Residus renovables | 147,7 | 0,6 |
| Biomassa forestal i agrària | 93,9 | 0,4 |
| Biocarburants | 25,3 | 0,1 |
| Biogàs | 22,7 | 0,1 |
| Eòlica | 14,0 | 0,1 |
| Solar | 2,9 | 0,0 |
| Saldo intercanvis elèctrics | 336,5 | 1,3 |
| Carbó | 168,6 | 0,6 |
| Residus no renovables | 56,1 | 0,2 |
| TOTAL | 25.954,5 | 100,0 |

Figura 1.3: Consum d'energia primària a Catalunya l'any 2003. Font ICAEN.

Eliminado: Fig.

1.1.2.- El Sol com font d'energia

El Sol produeix una gran quantitat d'energia, aproximadament $1,1 \times 10^{20}$ kW hora cada segon (1 quilovat hora és l'energia que necessita una bombeta de 100 Watts per fer llum durant 10 hores). L'atmosfera exterior intercepta la meitat d'una bilionèsima part de l'energia generada pel sol, uns 1,5 trillions kW hora a

l'any. Però degut a fenòmens com la dispersió, la reflexió i absorció per part dels gasos de l'atmosfera, només un 47% d'aquesta energia, uns 0,7 trilions kW hora arriba fins a la superfície terrestre.

Aquesta energia que es rep a la Terra és la causant d'altres energies que, tot o provenir del Sol, tenen nom propi. El Sol escalfa l'atmosfera, els oceans i els continents, genera els vents, mou el cicle de l'aigua, fa créixer les plantes, proporciona aliments als animals i fins i tot (en un període suficientment llarg de temps) produeix els combustibles fòssils. En la següent figura Fig. 1.4 es mostra un esquema de les diverses maneres d'aprofitament de l'energia provinent del Sol.

La quantitat d'energia que es consumeix en el món anualment és aproximadament 85 bilions de kW hora. Aquest valor és el que es pot mesurar, això vol dir, que és l'energia que es compra, ven o comercialitza; però no hi ha manera de saber exactament quina és la quantitat d'energia no comercial que consumeix cada persona (quina quantitat de fusta es crema, quina quantitat d'energia de petits salts es consumeix, etc.). Segons els experts aquesta quantitat d'energia no comercial representa menys d'una cinquena part del total d'energia consumida. Tenint en compte aquestes dades, l'energia consumida pel món representa b $1/7.000$ de l'energia que incideix sobre la superfície terrestre cada any.

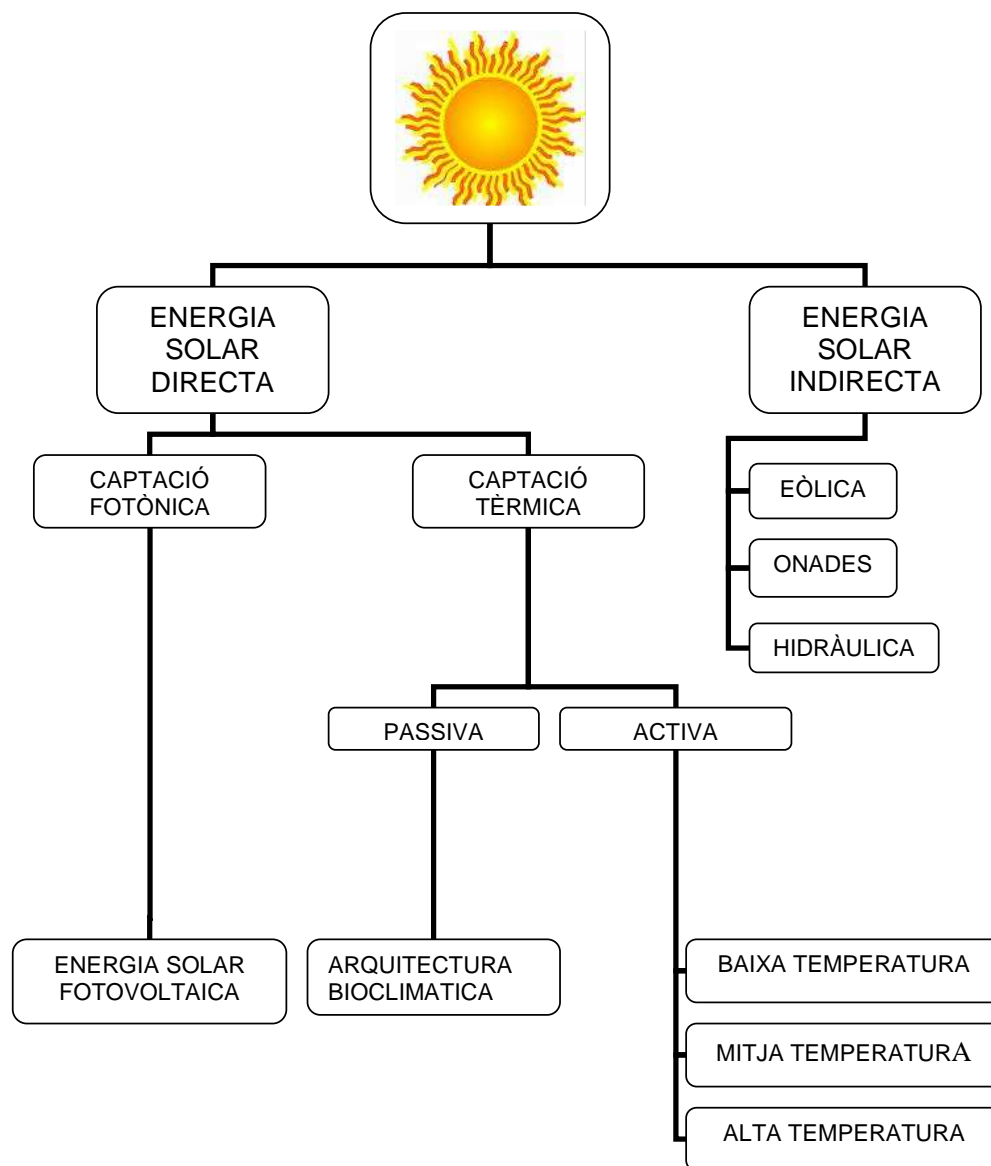


Figura 1.4: Formes diverses de captació de l'energia solar.

Eliminado: Fig.

1.2.- L'ENERGIA SOLAR.

Es pot parlar de dos tipus actius d'aprofitament de l'energia solar: l'ús per produir energia solar tèrmica i la que converteix la radiació solar en electricitat mitjançant la tecnologia fotovoltaica.

Una altra manera d'aprofitar l'energia rebuda el Sol és combinar aquesta energia amb una construcció raonada dels edificis, aquesta combinació rep el nom d'arquitectura bioclimàtica. Aquest concepte d'arquitectura té en compte factors com el clima, la llum natural, la millor orientació per aprofitar la radiació solar per cada construcció a realitzar, de manera que s'aprofiten al màxim els recursos naturals.

1.2.1 Energia solar tèrmica.

L'energia solar tèrmica consisteix en l'aprofitament directe, en forma d'escalfament o energia calorífica, de la radiació solar incident. Dins d'aquest tipus de captació podem trobar sistemes passius i sistemes actius:

- **Sistemes de captació passius:** busca l'obtenció de confort mitjançant una disposició òptima d'una sèrie d'elements arquitectònics, aprofitant al màxim l'energia solar rebuda i les possibilitats de ventilació natural. Els seus principis estan basats en les característiques i la disposició dels materials utilitzats en la construcció. En la concepció d'un edifici solar passiu juga un paper molt important el disseny dels seus components per a que aquest permetin:

- Captar l'energia solar mitjançant l'orientació i distribució de les obertures a l'exterior.
- Emmagatzemar la calor recollida.

- Distribuir la calor per les estances de l'habitatge de forma natural o mitjançant petits ventiladors.

- **Sistemes de captadors actius:** capturen la radiació solar en uns col·lectors dissenyats a aquest fi. En aquests col·lectors s'escalfa un fluid que serà l'encarregat de transmetre la calor rebuda del Sol a l'acumulador de la instal·lació. Depenent de la temperatura que es requereix en el fluid de la instal·lació es determina la següent classificació:

- Energia solar activa de baixa temperatura ($T < 100^{\circ}\text{C}$)
- Energia solar activa de mitja temperatura ($100^{\circ}\text{C} < T < 400^{\circ}\text{C}$)
- Energia solar activa d'alta temperatura ($T > 400^{\circ}\text{C}$)

Els col·lectors s'usen com a receptors de l'energia solar, n'hi ha de diferents tipus, però tots ells es basen en el conegut efecte hivernacle. Aquest efecte consisteix en captar en el seu interior l'energia solar, transformant-la en energia tèrmica i impedit que torni a sortir. Per tal d'obtenir rendiments acceptables és necessari reduir al màxim les pèrdues tèrmiques en el captador tan per conducció, convecció i radiació.

Aplicacions de l'energia solar tèrmica

Producció d'aigua calenta sanitària (ACS)

És l'aplicació més comú i rendible de l'energia solar tèrmica, el seu principi de funcionament és senzill, es basa en la captació de l'energia solar mitjançant un conjunt de col·lectors i la seva transferència a un sistema d'emmagatzematge, que abasteix el consum sempre que és necessari. No és comú dimensionar la instal·lació per resoldre el 100% de les necessitats d'aigua calenta, ja que en els mesos d'hivern, quan hi ha menys radiació, s'haurien de construir grans centrals difícilment amortitzables. La solució més comú és tenir un sistema convencional com a recolzament de la instal·lació d'aprofitament d'energia solar.

La instal·lació d'energia solar tèrmica es compon principalment de tres subsistemes:

- Subsistema de captació
- Subsistema d'emmagatzematge
- Subsistema de distribució.

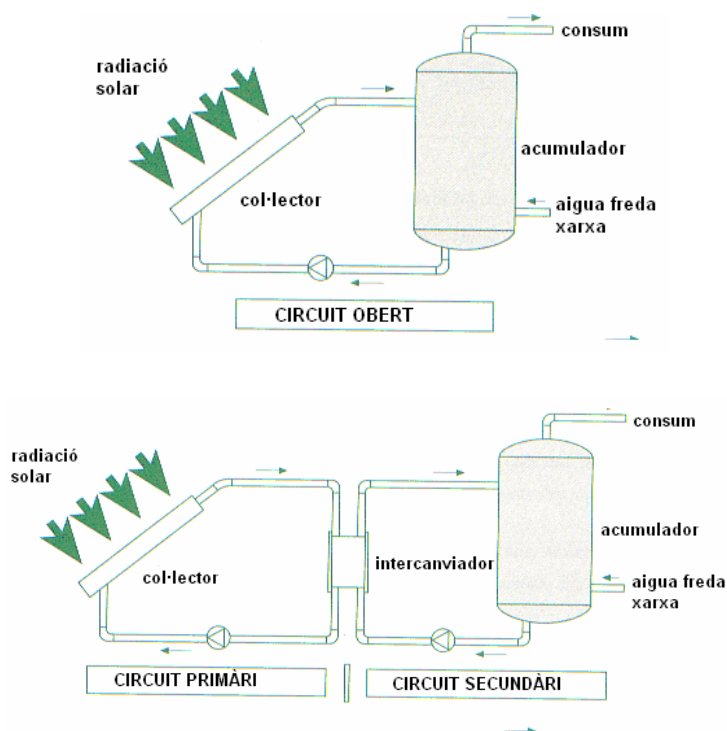


Figura 1.5: Circuit obert i tancat instal·lació solar tèrmica

Eliminado: Fig

Eliminado: .

Subsistema de captació. El col·lector solar és l'encarregat de captar l'energia que conté la radiació solar i transferir-la al fluid a escalfar. El col·lector més emprat és el conegut com col·lector solar pla, tot hi haver-hi altres tipus en fase de comercialització o d'experimentació, tenen menor grau d'implantació.

Subsistema d'emmagatzematge. Tan l'energia que es rep del Sol com la demanda d'aigua calenta són magnituds que depenen del temps i no sempre els requeriments d'aquesta es produiran quan es disposa de la suficient radiació. És per això que per aprofitar al màxim les hores de sol, és necessari acumular l'energia en aquells moments del dia en que sigui possible per tal d'usar-la quan es necessiti. Per a aquesta tasca s'empren els acumuladors, dipòsits de dimensions considerables aïllats convenientment per no perdre la calor acumulada i resistent a la corrosió de l'aigua.

Subsistema de distribució. En aquest subsistema s'engloben tots els elements destinats a la distribució i condicionament del consum:

- Circuit del fluid. El material a emprar depèn de molts factors com el tipus de fluid que transporta la calor, la impuresa de l'aigua, el disseny i tipus de col·lector, etc. No suposen, però, cap novetat envers les utilitzades en els tradicionals sistemes de calefacció.

Vas d'expansió. A causa de l'escalfament de l'aigua aquesta pateix una dilatació que ha de ser absorbida per tal d'evitar el trencament de la instal·lació. El vas d'expansió és l'element encarregat d'absorbir aquesta dilatació.

Bombes de circulació. S'encarreguen de fer circular el fluid tant en el circuit primari com en els secundari. Es selecciona en funció de les pèrdues de càrrega de la instal·lació i del cabal que per ella hi circula.

Purgadors. L'existència d'aire dins del circuit té com a conseqüència una baixada de rendiment de la instal·lació. La finalitat d'aquests elements és buidar l'aire que es queda en les canonades i altres elements de la instal·lació.

Vàlvules. S'usen per interrompre el servei i regular el cabal en diferents punts del circuit. També es poden encarregar de la verificació de seguretat del circuit i tallar-lo sempre que hi hagi perill.

Suport energètic. En previsió que el sistema de captació d'energia solar tèrmica no sigui suficient s'ha de disposar d'un sistema auxiliar de recolzament independent.

Climatització de piscines.

El reglament d'instal·lacions tèrmiques (RITE) especifica que els consum d'energies convencionals per l'escalfament de piscines es permès només quan aquestes estiguin instal·lades en locals tancats.

Calefacció.

El sistema de calefacció consta de les mateixes parts que el sistema d'ACS, per normativa, quan es volen instal·lar els dos circuits, han de ser instal·lacions separades, per tal que el fluid del circuit de calefacció no pugui entrar mai en contacte amb l'aigua de consum.

1.2.2 Energia solar fotovoltaica.

Un sistema fotovoltaic és un dispositiu que, a partir de la radiació solar, produeix energia elèctrica en condicions de ser aprofitada per l'home. El sistema per tal d'obtenir aquesta energia a partir de Sol es basa en els següents elements (esquematzats en Jes fig. 1.6 i 1.7 respectivament):

Eliminado: la

Eliminado: 7

- Un generador solar. Comosat per un conjunt de pannels fotovoltaics que capten la radiació lluminosa procedent del Sol i la transformen en corrent continua a baixa tensió (12 o 24 V).
- Un acumulador. Emmagatzema l'energia produïda pel generador i permet disposar de corrent elèctrica fora de les hores de llum o en dies amb núvols.
- Un regulador de càrrega. La funció del qual és evitar sobrecàrregues o descàrregues excessives a l'acumulador, ja que es podrien produir danys irreversibles en la instal·lació. Assegura que el sistema treballi sempre en el punt de màxima eficiència.
- Un inversor. Aquest és un element opcional. Transforma el corrent continu de 12 o 24 V en corrent altern de 230V



Figura 1.6: Instal·lació solar tèrmica sense inversor

Eliminado: Fig.

Eliminado: 8

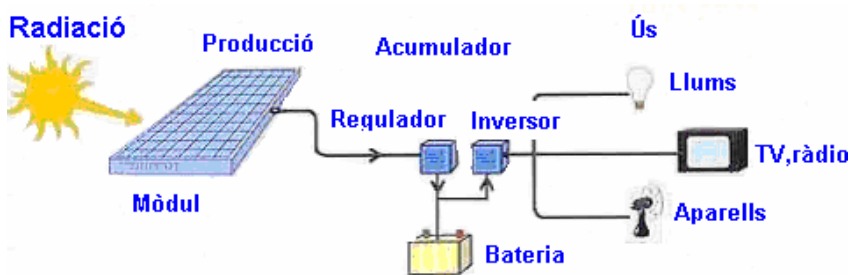


Figura 1.7: Instal·lació solar fotovoltaica amb inversor.

Eliminado: Fig.

Eliminado: 9

Aplicacions de l'energia solar fotovoltaica

Producció d'electricitat elèctrica per connexió a xarxa.

Una de les possibles aplicacions de l'energia solar fotovoltaica és subministrar a la xarxa elèctrica l'energia aconseguida amb el captador. Això es pot realitzar de dos maneres: centrals fotovoltaïques (on l'energia elèctrica generada s'entrega directament a la xarxa elèctrica, com en qualsevol central convencional) i sistemes fotovoltaics en edificis o indústries, connectats a la xarxa elèctrica, on una part de l'energia generada s'inverteix en l'autoconsum de l'edifici i l'excedent s'entrega a la xarxa. També es pot donar el cas que es doni tota l'energia a la xarxa, llavors l'usuari rebre l'energia de la xarxa elèctrica, com un abonat més.

Producció d'electricitat elèctrica per consum al lloc de producció.

Aquest sistema s'utilitza generalment per a cobrir petits consums elèctrics en el mateix lloc on es produeix aquesta energia. Aquest és el cas de l'electrificació de vivendes allunyades de la xarxa elèctrica convencional, bàsicament electrificació rural; serveis i d'enllumenats públics; enllumenat públic mitjançant faroles autònomes de places, carrers, monuments; parades d'autobús; refugis de muntanya, entre d'altres. Amb l'alimentació fotovoltaica de lluminàries, s'eviten la realització de sengles, canalitzacions, la necessitat d'adquirir drets de pas, connexió a xarxa elèctrica, etc.

1.3.- OBJECTE DEL PROJECTE.

El present projecte té per objecte fer un estudi de les diferents possibilitats d'ús de l'energia solar tèrmica en una casa d'una urbanització en el terme municipal de Vilanova del Segrià.

Es durà a terme el disseny i les especificacions tècniques i econòmiques d'una instal·lació solar tèrmica de baixa temperatura per l'escalfament d'aigua calenta sanitària (ACS) i calefacció. Aquesta instal·lació es veurà recolzada per una caldera de gas natural.

Eliminado: es

Eliminado: lacions

Eliminado: veuran

Eliminado: es

Es dissenyarà per a un habitatge de dos plantes envoltat de jardí, habitat per 4 persones durant tot l'any, en principi es pretén aprofitar el sistema de calefacció ja existent (terra radiant, canonades, bombes, caldera, etc).

Eliminado: ¶

Per a valorar la viabilitat del projecte es realitzarà un pressupost així com un estudi del període de retorn de la inversió inicial.¶

1.4.- ABAST.

L'abast del projecte inclou el disseny i dimensionat de la instal·lació solar tèrmica per producció d'ACS i calefacció, per abastir les necessitats de consum en la vivenda.

Es pretén reduir al màxim el consum d'energies no renovables, reduint així la despesa econòmica en energia de la casa.

El disseny de la xarxa de distribució de l'aigua no serà objecte d'aquest projecte, ja que s'aprofitarà l'existent, així com tampoc el mètode de distribució de l'escalfor, en aquest cas terra radiant, ja que també es fa ús del ja existent.

No es troben dins de l'abast del projecte els treballs d'execució ni la direcció d'obres, ja que es realitza només el disseny i no la implantació.

1.5.- ANTECEDENTS.

La casa en la qual es basa l'estudi es troba situada al municipi de Vilanova de Segrià, carrer Forners, nº8. Municipi situat a 15 km de Lleida. És una casa construïda a principis dels anys 90. Tot i fer quasi 20 anys d'ençà la seva construcció, els materials que es van emprar van ser pensats per dotar a la casa d'una bona inèrcia tèrmica.

En la casa hi ha instal·lat un sistema de calefacció de caldera de gas i l'electricitat s'obté de la connexió a la xarxa elèctrica. El sistema de distribució de calefacció és terra radiant, que s'encarrega de distribuir la calor uniformement per la vivenda. Es vol estudiar la possibilitat i viabilitat de canviar aquestes energies per renovables per tal d'evitar en la mesura del possible el consum de combustibles fòssils i la dependència a xarxes externes. L'energia renovable que en un principi s'han pensat implantar és: solar tèrmica de baixa temperatura.

La casa consta de dos plantes, destinades a vivenda, en la planta baixa es troba el rebedor, el menjador, la cuina, un bany i una sala. Tant la sala com el bany són les úniques habitacions en la primera planta que no tenen planta a sobre. En la primera planta es troben tres dormitoris i un lavabo. Té un petit jardí en la part del darrera (orientada al sud), al qual s'hi pot accedir per la cuina, el menjador o per l'exterior de la casa. A banda i banda de la casa hi ha 6 metres de separació amb les cases veïnes, una tanca de fusta divideix cada parcel·la.

Al no disposar de dades meteorològiques ni climàtiques fiables del terme municipal on es troba situada la casa, es prendran les dades necessàries dels valors corresponents a Lleida ciutat. Es pren aquesta determinació per la proximitat del municipi estudiat a Lleida.

1.5.1.-Descripció de la vivenda

La casa sobre la que es fa l'estudi és una vivenda de dos plantes. La façana de la porta principal està orientada cap al nord. La teulada és de doble vessant, tenint una vessant orientada al nord, i l'altra al sud. Tal i com es pot observar en el plànols de la casa, el vessant orientat al nord és paral·lel a la façana principal, detall arquitectònic escollit en el seu moment pels propietaris de la casa. Així doncs queda la vessant de la part del darrere orientada al sud, fet que afavoreix considerablement la col·locació de captadors i panells sobre aquesta.

La caldera, ja existent en la instal·lació, es troba dins una tancat especialment dissenyat per aquest fi, situat en la terrassa de la primera planta. S'aprofitarà aquest tancat per la instal·lació dels dipòsits d'acumulació, el grup hidràulic i la centraleta de regulació.

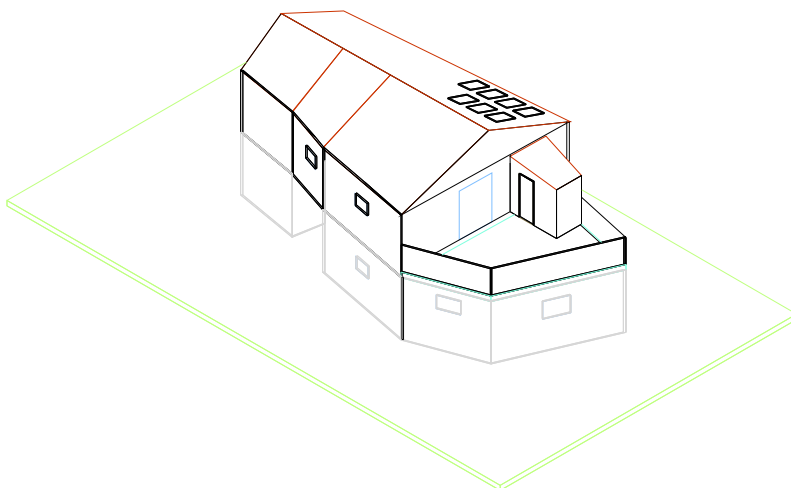


Figura 1.8: Casa

Eliminado: DIBUIXET EN 3D

És una vivenda de dos plantes, a la planta baixa conviuen les 4 persones durant el dia i la primera planta és on es troben els dormitoris. Els espais detallats i acotats, així com les distribucions i les àrees es poden consultar en els plànols 5/11 i 6/11 de l'apartat 3 del projecte, apartat anomenat com a plànols.

S'accedeix a la casa per la planta baixa, fent ús de l'entrada principal o de les portes del menjador i la sala d'estar que donen al jardí. Aquesta planta té una superfície útil de 59,19 m² i la primera planta 42,98 m².

La distribució de cadascuna de les plantes és la següent:

Planta baixa (59,19 m² útils)

- Vestíbul: és l'entrada a la vivenda, petit distribuïdor que comunica totes les estances de la primera baixa i conté les escales per accedir al primer pis. Està orientat al nord i l'obertura a l'exterior és la porta d'entrada, 1,87x1 m.
- Menjador: té tres parets exteriors, orientades al nord, est i sud respectivament. La paret orientada a l'est té una finestra de 1x0,7 m, mentre que la que està orientada al sud té un balcó des d'on s'accedeix al jardí de 1,36x2 m. Aquesta estança ocupa 16,59 m² de la planta baixa. Comparteix paret interior amb la cuina.
- Cuina: orientada totalment cap al sud ocupa 15,89 m² dels 59,19m² del total de la planta baixa. Té tres obertures, dos finestres de 0,65x0,45 m i una altra finestra de 0,9x0,65 m. Aquesta estança comparteix parets interiors amb el menjador i la sala d'estar.
- Sala d'estar: estança de la vivenda on es desenvolupa majoritàriament la vida en comú dels habitants de la casa. Té una superfície de 10,14 m², la paret exterior més gran està orientada al sud, mentre que hi ha una altra, més petita, orientada al nord-oest. En la paret orientada al sud hi ha

una sortida al balcó de 2x1,44m .Tant sobre aquesta estança com sobre el bany hi ha una terrassa, a la qual s'hi accedeix per la primera planta.

- Bany: estança que, juntament amb el vestíbul, menys planta baixa ocupa, sent 6,07m². Les seves parets exteriors tenen orientació nord-oest i nord respectivament. A la paret orientada al nord es troba una finestra de 0,6x0,8 m.

Primera planta (59,19 m² útils, 16,21 dels quals són terrassa)

- Escales: connecten les dos plantes entre sí, situades al vessant nord de la casa tenen l'accés en el distribuïdor de la planta baixa i el passadís de la primera planta. Tenen una finestra de 0,5x1 m en la segona planta, que dóna a la terrassa que es troba sobre la sala i el lavabo.
- Dormitori 1: aquest és el dormitori que més planta ocupa, 10,92m². Té tres parets exteriors orientades al nord-est, est i sud respectivament. La paret orientada a l'est hi ha una finestra de 1x0,7 m, mentre que a la paret orientada al sud hi ha un petit balcó, amb una obertura de 1,5x2m. Aquest dormitori comparteix parets interiors amb el dormitori 2 i el lavabo.
- Dormitori 2: és una sala de 9,85 m², la paret exterior està orientada al sud i té un petit balcó al qual si accedeix per una obertura de 1,5x2 m. Comparteix parets interiors amb el dormitori 1 i el dormitori 3. S'hi accedeix pel passadís que comunica totes les sales de la primera planta.
- Dormitori 3: aquest dormitori té una superfície de 10,83m² i dos parets exteriors orientades al sud i a l'oest respectivament. En la paret orientada a l sud hi ha, com en els altres dormitoris, un petit balcó, la porta de sortida és de 1,5x2m.

- Lavabo: petita estança amb un vàter i un lavabo. La paret exterior queda orientada al nord i té una petita finestra de 0,65x0,45m.
- Terrassa exterior: s'hi accedeix per una porta del passadís de la primera planta. És una distribució exterior, però té la seva importància al fer de sostre de la sala d'estar i el bany de la planta baixa.

Totes les parets exteriors de la casa tenen una capa aïllant, ajudant així a mantenir una temperatura interior predeterminada constant. Aquestes parets exteriors són de doble paret de totxo amb l'aïllant al mig. A la part exterior hi ha pedra natural de 5cm de gruix, col·locada amb morter; i per la part de l'interior es troba enguixat. Com es pot veure s'ha intentat reduir al màxim l'intercanvi de temperatura amb l'exterior a través de les parets.

Eliminado:

Les parets interiors (envans) estan fetes de dues plaques de cartó-guix de 15mm de gruix, amb cambra de 50 mm, reblerta de llana de roca acústica, sent 80mm el gruix total.

Les finestres i portes dels balcons són de fusta i vidre de doble fulla. A l'igual que les parets, són elements pensats per a que hi hagi una transmissió de calor reduïda amb l'exterior.

El sostre té dos vessants orientades nord i sud respectivament, fabricat amb plaques armades alleugerides, trasdossades amb plaques de cartró-guix i fixada amb estructura galvanitzada. En el trasdossat es col·locarà l'aïllament, tot està cobert amb teules de color vermell. Hi ha una coberta plana transitable, utilitzada com a terrassa.

1.6.- NORMES I REFERÈNCIES.

Totes les instal·lacions venen definides per unes normes i reglaments que s'han de complir. En el camp d'energies renovables, i especialment en energia solar tèrmica, han sorgit en els últims anys normatives i ordenances per tal de regular i fer un bon ús d'aquestes instal·lacions. Les normatives i reglaments emprats en la redacció d'aquest projecte es descriuen a continuació.

1.6.1.- Disposicions legals i normes aplicades.

- UNE 157001:2002- Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- Codi Tècnic de l'Edificació - Document Bàsic HE, Estalvi d'Energia.
- Codi Tècnic de l'edificació - Document Bàsic Seguretat Estructural.
- Reglament de les Instal·lacions Tèrmiques dels Edificis (RITE) i les seves Instruccions Tèrmiques Complementàries.
- NBE-CT-79: Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas en los edificios.
- Normes UNE-EN - Sistemes Solars Tèrmics i Components.
- Normes UNE-EN – Càlcul d'instal·lacions de calefacció, ACS i col·lectors solars tèrmics.
- Normes UNE-EN ISO: Dibuix Tècnic.
- Reial Decret Legislatiu 1.302/1986 de 28 de juny sobre avaluació de l'impacte ambiental. (BOE 30-06-86).
- Reial Decret del 30 de setembre de 1998. Reglament per l'execució del Reial Decret Legislatiu 1.32-1986, de 28 de juny, d'avaluació d'impacte ambiental.

1.6.2.- Bibliografia.

En la redacció del projecte s'han utilitzats llibres de consulta i guies com a ajuda, la relació dels quals es mostra a continuació:

- Cabeza, Lluïsa, *Producció de l'energia tèrmica*. Ed. Paperkite. Lleida 2006.
- Salvador Escoda. *Manual Técnico. Energía Solar Térmica*. 2007.
- Institut Català de l'Energia, *Quadern pràctic per a instal·ladors d'energia solar tèrmica*. Generalitat de Catalunya, Edició 2005.
- Guía práctica de la energía. IDAE. Edición 2006.
- Agüera Soriano. *Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas*. Ed Ciencia 3.

Eliminado: ficar tots els llibres que s'han consultat.

1.6.3.- Programes informàtics i de càlcul.

Per la redacció i càlculs realitzats en el projecte s'han emprat diferents programes informàtics:

- Microsoft Word: programa informàtic de l'entorn Windows, editor de text. Utilitzat per la redacció del projecte.
- Microsoft Excel: programa informàtic de l'entorn Windows, full de càlcul. Usat en el càlcul de les fórmules de les quals s'obtenen els resultats del projecte.

- DpClima versió 1.3: programa de càlcul de càrregues tèrmiques en edificis. Software del la Universitat de València.
- AutoCad 2004: programa de dibuix. Emprat en el dibuix dels plànols i esquemes.
- Internet Explorer i Mozilla: programes de connexió a Internet, de l'entorn Windows i Linux respectivament.

1.6.4.- Altres referències.

A part de la bibliografia abans esmentada i dels programes que s'han fet servir, en la redacció d'aquest projecte també s'han tingut en compte:

- ACS i calefacció a una casa prefabricada a Lleida. PFC de Verònica Alaminos Fernández, 2007.
- Disseny de la instal·lació solar tèrmica per ACS i per al recolzament de calefacció, en una casa de Lleida. PFC d'Eduard Cuadrat Fondevila.

Pàgines web:

- | | |
|---|---|
| ▪ <u>www.unep.org/ozone</u> | ▪ <u>www.solartronic.com</u> |
| ▪ <u>www.coac.net</u> | ▪ <u>www.caloryfrio.com</u> |
| ▪ <u>www.gencat.net</u> | ▪ <u>www.paeria.es</u> |
| ▪ <u>www.solarweb.net</u> | ▪ <u>www.meteocat.com</u> |
| ▪ <u>www.idae.es</u> | ▪ <u>www.inm.es</u> |
| ▪ <u>www.junkers.com</u> | ▪ <u>www.roca.com</u> |
| ▪ <u>www.icaen.net</u> | ▪ <u>www.salvadorescoda.es</u> |
| ▪ <u>www.saunieduval.es</u> | ▪ <u>www.takama-solar.com</u> |

Eliminado: ¶

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Eliminado: ¶

1.7.- DEFINICIONS I ABREVIATURES.

1.7.1.- Definicions.

| <u>Símbol</u> | <u>Unitat de mesura</u> | <u>Definició</u> |
|-------------------------------|-------------------------|--|
| Φ | [°] | <u>Latitud geogràfica del lloc d'estudi</u> |
| \underline{V} | [°] | <u>Azimut</u> |
| β | [°] | <u>Inclinació de la superfície</u> |
| \underline{N} | [dies] | <u>Dies significatius del mes.</u> |
| $\underline{\Delta}$ | [°] | <u>Declinació solar.</u> |
| \overline{H} | [kJ/m ² dia] | <u>Mitjana mensual de radiació diària sobre una superfície horitzontal.</u> |
| $\overline{K_T}$ | - | <u>Índex de nuvolositat</u> |
| $\underline{\omega_s}$ | [°] | <u>Angle horari superfície horitzontal.</u> |
| $\underline{\omega'_s}$ | [°] | <u>Angle horari superfície inclinada.</u> |
| \overline{R} | - | <u>Quocient entre la mitjana mensual de radiació diària sobre una superfície captadora i sobre una superfície horitzontal.</u> |
| $\overline{H_T}$ | [kJ/m ² dia] | <u>Mitjana mensual de radiació diària sobre una superfície inclinada.</u> |
| $\overline{H_d}$ | [kJ/m ² dia] | <u>Mitjana mensual de radiació difusa diària en una superfície horitzontal</u> |

Eliminado: B

| <u>Símbol</u> | <u>Unitat de mesura</u> | <u>Definició</u> |
|-------------------|-------------------------|---|
| $\overline{R_b}$ | - | Quocient entre mitjana mensual de radiació directa sobre superfície inclinada i una superfície horitzontal. |
| ρ | - | Reflectància del sòl |
| I_s | [W/m ²] | Irradiació solar mitjana sobre la superfície d'estudi. |
| N | [dia/mes] | Dies de cada mes. |
| HoresMes | [hores/mes] | Hores de sol de cada mes. |
| L_{CAL} | [J/mes] | Càrrega de calefacció. |
| $U \cdot A$ | [W/°C] | Àrea de l'edifici pel coeficient global de pèrdues del mateix. |
| DD | [°/mes] | Graus-dia del mes. |
| Δ_t | [s/mes] | Segons de cada mes. |
| ρ_{H_2O} | [kg/m ³] | Densitat de l'aigua. |
| $C_{p_{H_2O}}$ | [kJ/kg·K] | Capacitat calorífica de l'aigua. |
| T_{XARXA} | [°C] | Temperatura de l'aigua de la xarxa. |
| T_{ACS} | [°C] | Temperatura de subministrament. |
| η | - | Rendiment |
| $Q_{\text{útil}}$ | [W] | Potència tèrmica del col·lector |
| A_c | [m ²] | Àrea útil de superfície del captador |

Eliminado: l'

Eliminado: à

Eliminado:]

| Símbol | Unitat de mesura | Definició |
|-------------|------------------------|---|
| R | [€/W] | Rati cost/potència del captador |
| C_{uc} | [€] | Cost unitari col·lector |
| a | - | Factor de guany dels captadors |
| b | [W/m ² ·°C] | Coeficient global de pèrdues dels captadors. |
| T_e | [°C] | Temperatura d'entrada del fluid caloportador. |
| T_a | [°C] | Temperatura ambiental mitjana mensual. |
| T_m | [°C] | Temperatura mitjana de la placa del captador |
| K | - | Coeficient de correcció. |
| G_{fluid} | [kg/s·m ²] | Cabal màssic del fluid caloportador |
| C_{pf} | [J/kg·°C] | Calor específic del fluid caloportador. |

Taula 1.1: Definicions.

1.7.2.- Abreviacions.

- ICAEN – Institut Català d'Energia
- T – Temperatura
- ACS – Aigua Calenta Sanitària
- RITE – Reglament Instal·lacions Tèrmiques
- UNE- Una Norma Espanyola
- ISO -International Standards Organization. Organització Internacional d'Estandardització.

▪ BOE – Boletín Oficial de l'Estat.

▪ CTE – Codi Tècnic de l'Edificació

▪ IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético.

▪ ASHRAE- American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers▼

Eliminado: ¶

1.8.-REQUISITS DE DISSENY.

Per a dur a terme l'estudi s'han de tenir en compte els requisits i els punts de partida inicials. És important conèixer tots els detalls per tal de poder fer un bon disseny de les instal·lacions.

1.8.1.-Requisits generals del projecte.

Degut a la consciència ecològica dels habitants de la casa d'estudi, s'ha cregut convenient aprofitar al màxim les energies que el medi posa al abast de tothom. Es vol que, amb les instal·lacions projectades, es puguin cobrir el màxim possible les demandes energètiques que generen els habitants de la vivenda. Es vol arribar també a un equilibri entre part tècnica i econòmica, en tots els casos s'intentarà cobrir al màxim la demanda de cada tipus d'energia, de manera que les instal·lacions siguin econòmicament viables.

Per tal de suplir l'energia que no pugui ser rebuda per mitjà dels col·lectors solars, es comptarà amb una caldera de gas natural com a aparell de recolzament,

Eliminado: tindran sistemes de recolzament, u

Eliminado: i la connexió a la xarxa elèctrica respectivament.

Eliminado: ¶

En el disseny de la instal·lació solar tèrmica s'hauran de tenir en compte documents com el document d'estalvi d'energia del CTE, el RITE i l'Ordenança Municipal de Lleida; a part d'altres normatives i reglaments.

Es considera que la casa està habitada durant tot l'any per 4 persones. Segons l'Ordenança Municipal de Lleida (document més restrictiu en la determinació d'aquest paràmetre) la instal·lació solar tèrmica ha de ser capaç de proporcionar com a mínim el 60% del consum d'ACS en la vivenda. Segons el document HE-4 del CTE es considerarà una temperatura de subministrament de 60°C i es contaràn 30 litres per persona i dia. Segons el RITE i el CTE la instal·lació ha de poder ser regulada de manera diferent segons si està treballant a l'estiu o a

l'hivern; aquest canvi que demana la instal·lació es deu a la diferència de demanda entre hivern/estiu. Si a l'estiu no hi ha una reducció en l'obtenció d'energia es produiria un sobreescalfament en els elements de la instal·lació.

1.9.-ANÀLISI DE SOLUCIONS.

1.9.1.- Càrrega total per ACS

Segons l'ordenança reguladora de la incorporació de sistemes d'energia solar per a usos tèrmics al municipi de Lleida, que va entrar en vigor l'1 de desembre de 2005, regula l'obligació d'instal·lar plaques solars per produir el 60 % o més de la demanda d'aigua calenta sanitària als edificis i a les construccions situats al terme municipal de Lleida. Aquesta ordenança afecta les noves edificacions i construccions i també les rehabilitacions o reformes integrals, els canvis d'ús i les piscines cobertes de nova construcció, i qualsevol altre ús que impliqui la utilització d'aigua calenta sanitària. Tot i que si es consulta el CTE el valor d'ACS a produir és de 50%, es pren el valor marcat per l'Ordenança municipal a Lleida ja que és més restrictiu. La demanda mitja d'aigua calenta sanitària en litres/dia depèn segons el tipus i la finalitat de l'edifici. Aquests paràmetres es troben establerts en l'exigència HE-4 del Codi Tècnic de l'Edificació. Els resultats de calcular la càrrega d'aigua calenta sanitària a escalfar cada mes, i el total anual queden reflectits en la taula 1.2.

Eliminado: queda

Eliminado: 6

| MES | N | T _{xarxa} (°C) | L _{ACS} (MJ/mes) |
|----------|----|-------------------------|---------------------------|
| Gener | 31 | 5 | 856,66 |
| Febrer | 28 | 6 | 759,69 |
| Març | 31 | 8 | 809,93 |
| Abril | 30 | 10 | 753,66 |
| Maig | 31 | 11 | 763,21 |
| Juny | 30 | 12 | 723,51 |
| Juliol | 31 | 13 | 732,06 |
| Agost | 31 | 12 | 747,63 |
| Setembre | 30 | 11 | 738,59 |
| Octubre | 31 | 10 | 778,78 |
| Novembre | 30 | 8 | 783,81 |

Taula 1.2: Càrrega d'ACS.

1.9.2.- Càrrega de calefacció.

Per tal de calcular les càrregues de calefacció es seguirà el mètode graus-dia (degrees-day-method). Aquest mètode es basa en que la quantitat de calor necessària per mantenir una temperatura interior confortable depèn, principalment, de la diferència de temperatures interior i exterior. La càrrega de calefacció mensual, L_{cal} , per a un edifici mantingut a 18°C es suposa proporcional al número de graus-dia durant el mes.

Seguint el mètode i relacionant tot un seguit d'equacions especificades el l'aparta 2.1.2.1 de l'annex de projecte, el resum de dades i càlculs es mostren en la taula 1.3. No es prenen valors de maig a octubre, ja que degut a la bona climatologia, no es preveu usar la calefacció durant aquests mesos.

Eliminado: 3

| MES | DD[°C] | LCAL[MJ/dia] | DiesMes | LCAL[MJ/mes] |
|------------------------------|--------|--------------|---------|--------------|
| GENER | 300,3 | 646,6 | 31 | 20.043,7 |
| FEBRER | 204,4 | 440,1 | 28 | 12.322,5 |
| MARÇ | 156,8 | 337,6 | 31 | 10.465,7 |
| ABRIL | 74,5 | 160,4 | 30 | 4.812,2 |
| MAIG | 14,3 | 30,8 | 31 | - |
| JUNY | 0,2 | 0,41 | 30 | - |
| JULIOL | 0 | 0 | 31 | - |
| AGOST | 0 | 0 | 31 | - |
| SETEMBRE | 2 | 0,71 | 30 | - |
| OCTUBRE | 41 | 88,3 | 31 | - |
| NOVEMBRE | 174,2 | 375,1 | 30 | 11.252 |
| DESEMBRE | 302,4 | 651,1 | 31 | 20.183,9 |
| TOTAL=79.080,0 MJ/any | | | | |

Taula 1.3: Càrrega de calefacció.

1.9.3.- Captadors solars.

D'entre tots els tipus de captadors que el mercat ofereix, s'ha triat el captador pla. Aquest tipus de captador és el més comú i utilitzat per captar energia solar de baixa i mitja temperatura. El seu funcionament es basa en l'efecte hivernacle: la radiació solar incideix sobre una superfície absorbent, protegida per un vidre que alhora té la funció de no deixar escapar, si més no, part d'aquesta radiació.

Part de l'energia absorbida es transforma en energia tèrmica i es transfereix a un fluid que circula entubat a través del col·lector. Per tal de perdre el mínim d'energia possible, tot el conjunt està perfectament aïllat, amb fibra de vidre o poliuretà. El fluid que circula dins el serpentí es una barreja d'aigua amb anticongelant per tal d'evitar possibles gelades en els mesos més freds.

Per a l'elecció del captador solar es prendran les determinacions d'escollir el model que millor rendiment doni a menor preu. Existeixen en el mercat moltes marques i models de captadors solars plans que compleixen els requeriments per poder integrar-se en la instal·lació projectada. D'entre totes les ofertes del mercat s'ha realitzat l'estudi de 4 captadors diferents. Les principals característiques dels quals es mostren en la taula 1.4.

| Model captador | Corba de rendiment | $A_c[m^2]$ | $C_{uc}[€]$ |
|------------------------|---|------------|-------------|
| Takama T2-INOX | $\eta = 0,9021 - 4,577 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 2,59 | 725 |
| Roca PS2 | $\eta = 0,751 - 3,622 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 2,05 | 520 |
| Saunier Duval S8VE | $\eta = 0,792 - 4,713 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 2,00 | 616 |
| Isofoton Isotherm Plus | $\eta = 0,773 - 3,243 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ | 2,27 | 567 |

Taula 1.4: Característiques captadors solars.

Una de les dades més importants de conèixer és la recta de rendiment, que en la majoria dels casos ve donada pel fabricant. Segons aquestes dades es pot arribar a la representació de les diferents rectes de rendiment de cadascun dels captadors, tal i com es mostra en la figura 1.9.

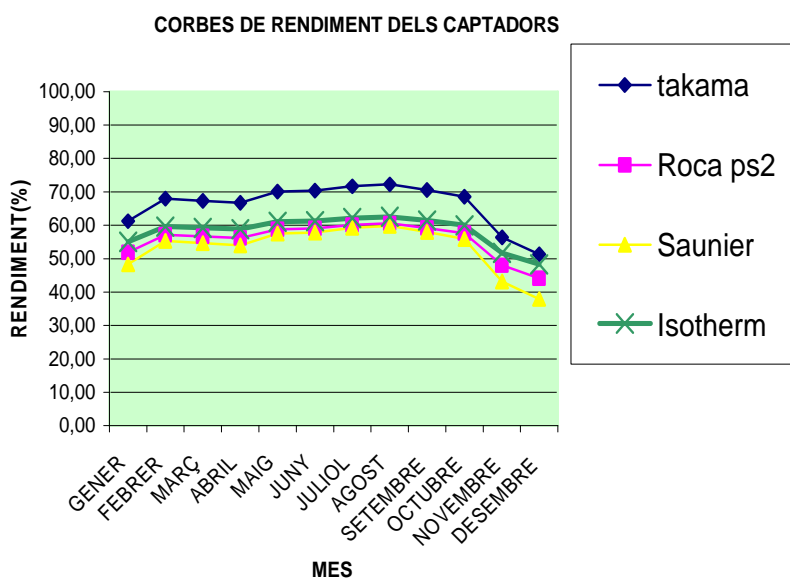


Figura 1.9: Corbes de rendiment dels captadors.

Eliminado: 6

Un cop conegut el rendiment de cada col·lector durant els diferents mesos de l'any es pot passar a fer l'estudi cost/potència per tal d'escollir el model de col·lector a instal·lar. Per tal d'escollir captador s'han de tenir en compte tant el rendiment, com el cost de la seva implantació. Els resultats obtinguts es mostren en la taula 1.5 i es representen en la figura 1.10.

Eliminado: 19

Eliminado: 7

| Mes | Takama | | Roca PS2 | | Saunier S8VE | | Isotherm | |
|-----|------------|--------|------------|--------|--------------|--------|------------|--------|
| | η (%) | R(€/W) | η (%) | R(€/W) | η (%) | R(€/W) | η (%) | R(€/W) |
| Gn | 61,25 | 0,65 | 51,88 | 0,70 | 29 | 0,76 | 55,08 | 0,65 |
| Fb | 37,92 | 0,89 | 57,12 | 0,54 | 55,28 | 0,34 | 59,62 | 0,51 |
| Mr | 67,34 | 0,57 | 56,66 | 0,61 | 54,68 | 0,38 | 59,22 | 0,57 |
| Ab | 66,73 | 0,60 | 56,18 | 0,64 | 54,03 | 0,41 | 58,8 | 0,61 |

| | Takama | | Roca PS2 | | Saunier S8VE | | Isotherm | |
|-----|------------|--------|------------|--------|--------------|--------|------------|--------|
| Mes | η (%) | R(€/W) | η (%) | R(€/W) | η (%) | R(€/W) | η (%) | R(€/W) |
| Mg | 70,02 | 0,59 | 58,76 | 0,64 | 57,48 | 0,40 | 61,04 | 0,60 |
| Jn | 70,31 | 0,64 | 58,99 | 0,69 | 57,78 | 0,43 | 61,24 | 0,65 |
| Jl | 71,66 | 0,65 | 60,05 | 0,70 | 59,2 | 0,44 | 62,16 | 0,67 |
| Ag | 72,25 | 0,63 | 60,51 | 0,68 | 59,82 | 0,42 | 62,56 | 0,65 |
| St | 70,53 | 0,61 | 59,16 | 0,66 | 58,01 | 0,41 | 61,39 | 0,62 |
| Oc | 68,52 | 0,59 | 57,58 | 0,63 | 55,91 | 0,40 | 60,02 | 0,60 |
| Nv | 56,37 | 0,89 | 48,05 | 0,95 | 43,18 | 0,64 | 51,75 | 0,86 |
| Ds | 51,33 | 1,04 | 44,1 | 1,09 | 37,9 | 0,78 | 48,32 | 0,98 |

Taula 1.5: Rendiments i Rati cost/potència dels captadors.

Eliminado: 19

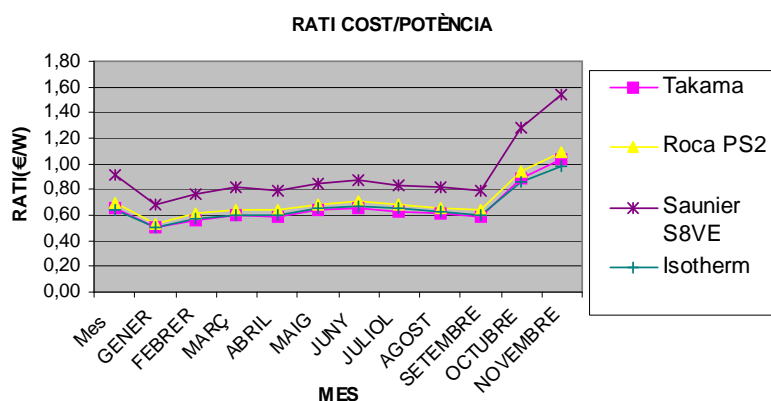


Figura 1.10: Comparació cost/potència del captadors.

Eliminado: 7

Tal i com queda reflectit al gràfic hi ha tres captadors que poden competir a iguals condicions en cost en funció de la potència desenvolupada. Finalment el captador escollit és el TAKAMA T2-INOX. Aquesta decisió, després d'haver comprovat que estava en iguals condicions que altres dos models, ha estat una decisió subjectiva, basant-se en que la fabricació del captador es troba en el mateix territori on ha de ser instal·lat.

1.9.4-Nombre de captadors.

1.9.4.1.- Captadors per ACS.

En l'apartat 2.2.11 de l'annex del projecte es calcula el nombre de captadors que s'hauran d'instal·lar per tal d'obtenir l'energia desitjada. Els resultats dels càlculs fets es mostren en la taula 1.6:

| Mes | $L_{ACS}(W)$ | $I_s(W/m^2)$ | η | $A_c (m^2)$ |
|----------|--------------|--------------|--------|-------------|
| GENER | 319,84 | 700,411 | 0,6125 | 0,75 |
| FEBRER | 314,03 | 825,199 | 0,6792 | 0,56 |
| MARÇ | 302,39 | 735,532 | 0,6734 | 0,61 |
| ABRIL | 290,76 | 701,307 | 0,6673 | 0,62 |
| MAIG | 284,95 | 678,154 | 0,7002 | 0,60 |
| JUNY | 279,13 | 625,954 | 0,7031 | 0,63 |
| JULIOL | 273,32 | 599,791 | 0,7166 | 0,64 |
| AGOST | 279,13 | 616,093 | 0,7225 | 0,63 |
| SETEMBRE | 284,95 | 652,247 | 0,7053 | 0,62 |
| OCTUBRE | 290,76 | 694,479 | 0,6852 | 0,61 |
| NOVEMBRE | 302,39 | 558,467 | 0,5637 | 0,96 |
| DESEMBRE | 319,84 | 525,972 | 0,5133 | 1,18 |

Taula 1.6: Àrea de captació necessària per ACS.

Eliminado: 30

Tal i com s'extreu de la taula un captador seria suficient per aconseguir subministrar el total del consum d'ACS a la vivenda. Es pot pensar en instal·lar dos captadors per si mai es produeix una avaria en un d'ells poder continuar treballant amb l'altre. Però llavors també s'ha de tenir en compte el sobreescalfament que es produirà en els mesos de menys demanda. Com s'ha pres la determinació de mantenir la caldera com a l'element de suport,

Eliminado: averia

s'instal·larà només un captador per ACS, ja que en cas de parada per avaría no es tallaria mai el subministrament.

Eliminado: averia

Si més no tal i com marca el CTE, cal assegurar el subministrament del 50% de les necessitats anuals d'ACS.

1.9.4.1.- Captadors per calefacció.

En la instal·lació per calefacció no es preveu cobrir tota la demanda que la vivenda genera, és per això que s'ha de determinar un criteri a seguir per instal·lar més o menys nombres de captadors. Es disposa instal·lar el nombre de captadors que millor relació cost-rendiment aportin a la instal·lació. Els càlculs per arribar a aquesta conclusió s'especifiquen en l'apartat 2.1.9 de l'annex del present projecte. Els resultats obtinguts es mostren en les taules 1.7 a 1.14, detallades a continuació.

Número de captadors=1

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Ac | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 |
| X | <u>0,031</u> | <u>0,044</u> | <u>0,055</u> | <u>0,115</u> | <u>0,052</u> | <u>0,031</u> |
| Y | <u>0,044</u> | <u>0,112</u> | <u>0,133</u> | <u>0,258</u> | <u>0,070</u> | <u>0,026</u> |
| f | <u>0,043</u> | <u>0,109</u> | <u>0,129</u> | <u>0,243</u> | <u>0,068</u> | <u>0,025</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>853,099</u> | <u>1347,106</u> | <u>1352,390</u> | <u>1167,133</u> | <u>762,294</u> | <u>501,559</u> |
| E(MJ/mes) | <u>19190,6</u> | <u>10975,4</u> | <u>9104,3</u> | <u>3645,1</u> | <u>10489,7</u> | <u>19682,3</u> |
| E(kWh/mes) | <u>5330,7</u> | <u>3048,7</u> | <u>2529,0</u> | <u>1012,5</u> | <u>2913,8</u> | <u>5467,3</u> |
| C _F (€) | <u>725</u> | | | | | |
| C _v (€) | 16913,9 | | | | | |
| C _T | 17638,9 | | | | | |

Eliminado: F

Taula 1.7: Cost Total per 1 captador

Número de captadors=2

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ac | <u>5,18</u> | <u>5,18</u> | <u>5,18</u> | <u>5,18</u> | <u>5,18</u> | <u>5,18</u> |
| X | <u>0,062</u> | <u>0,089</u> | <u>0,111</u> | <u>0,230</u> | <u>0,103</u> | <u>0,061</u> |
| Y | <u>0,088</u> | <u>0,224</u> | <u>0,267</u> | <u>0,517</u> | <u>0,141</u> | <u>0,052</u> |
| F | <u>0,084</u> | <u>0,213</u> | <u>0,250</u> | <u>0,455</u> | <u>0,133</u> | <u>0,049</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>1687,64</u> | <u>2620,79</u> | <u>2616,96</u> | <u>2187,66</u> | <u>1497,98</u> | <u>996,42</u> |
| E(MJ/mes) | <u>18356,0</u> | <u>9701,7</u> | <u>7839,7</u> | <u>2624,5</u> | <u>9754,0</u> | <u>19187,5</u> |
| E(kWh/mes) | <u>5098,9</u> | <u>2694,9</u> | <u>2177,7</u> | <u>729,0</u> | <u>2709,4</u> | <u>5329,9</u> |
| C _F (€) | <u>1.450</u> | | | | | |
| C _V (€) | 15852,6 | | | | | |
| C _T | <u>17302,6</u> | | | | | |

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Taula 1.8: Cost Total per 2 captadors

Eliminado: 23

Número de captadors=3

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Ac | <u>7,77</u> | <u>7,77</u> | <u>7,77</u> | <u>7,77</u> | <u>7,77</u> | <u>7,77</u> |
| X | <u>0,094</u> | <u>0,133</u> | <u>0,166</u> | <u>0,345</u> | <u>0,155</u> | <u>0,092</u> |
| Y | <u>0,131</u> | <u>0,336</u> | <u>0,400</u> | <u>0,775</u> | <u>0,211</u> | <u>0,079</u> |
| F | <u>0,125</u> | <u>0,310</u> | <u>0,363</u> | <u>0,638</u> | <u>0,196</u> | <u>0,074</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>2503,8</u> | <u>3823,2</u> | <u>3796,9</u> | <u>3072,3</u> | <u>2207,5</u> | <u>1484,6</u> |
| E(MJ/mes) | <u>17539,8</u> | <u>8499,2</u> | <u>6659,8</u> | <u>1739,9</u> | <u>9044,4</u> | <u>18699,3</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4872,2</u> | <u>2360,9</u> | <u>1849,9</u> | <u>483,3</u> | <u>2512,3</u> | <u>5194,2</u> |
| C _F (€) | <u>2.175</u> | | | | | |
| C _V (€) | 14870,1 | | | | | |
| C _T | <u>17045,1</u> | | | | | |

Eliminado: 2

Eliminado: ,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Taula 1.9: Cost Total per 3 captadors

Eliminado: 24

Número de captadors=4

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Ac | <u>10,36</u> | <u>10,36</u> | <u>10,36</u> | <u>10,36</u> | <u>10,36</u> | <u>10,36</u> |
| X | <u>0,125</u> | <u>0,178</u> | <u>0,221</u> | <u>0,460</u> | <u>0,206</u> | <u>0,123</u> |
| Y | <u>0,175</u> | <u>0,448</u> | <u>0,584</u> | <u>1,034</u> | <u>0,281</u> | <u>0,105</u> |
| F | <u>0,165</u> | <u>0,402</u> | <u>0,508</u> | <u>0,796</u> | <u>0,257</u> | <u>0,097</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>3302,002</u> | <u>4956,851</u> | <u>5309,215</u> | <u>3831,795</u> | <u>2891,574</u> | <u>1966,233</u> |
| E(MJ/mes) | <u>16741,7</u> | <u>7365,6</u> | <u>5147,5</u> | <u>980,4</u> | <u>8360,4</u> | <u>18217,7</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4650,5</u> | <u>2046,0</u> | <u>1429,9</u> | <u>272,3</u> | <u>2322,3</u> | <u>5060,5</u> |
| C _F (€) | <u>2.900</u> | | | | | |
| C _V (€) | 13961,4 | | | | | |
| C _T | 16861,4 | | | | | |

Taula 1.10: Cost Total per 4 captadors

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 25

Número de captadors=5

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Ac | <u>12,95</u> | <u>12,95</u> | <u>12,95</u> | <u>12,95</u> | <u>12,95</u> | <u>12,95</u> |
| X | <u>0,156</u> | <u>0,222</u> | <u>0,277</u> | <u>0,575</u> | <u>0,258</u> | <u>0,153</u> |
| Y | <u>0,219</u> | <u>0,560</u> | <u>0,667</u> | <u>1,292</u> | <u>0,351</u> | <u>0,131</u> |
| F | <u>0,204</u> | <u>0,489</u> | <u>0,566</u> | <u>0,930</u> | <u>0,316</u> | <u>0,121</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>4082,2</u> | <u>6023,6</u> | <u>5915,7</u> | <u>4476,8</u> | <u>3550,4</u> | <u>2441,2</u> |
| E(MJ/mes) | <u>15961,5</u> | <u>6298,8</u> | <u>4540,9</u> | <u>335,4</u> | <u>7701,5</u> | <u>17742,6</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4433,7</u> | <u>1749,7</u> | <u>1261,4</u> | <u>93,2</u> | <u>2139,3</u> | <u>4928,5</u> |
| C _F (€) | <u>3.625</u> | | | | | |
| C _V (€) | 13121,2 | | | | | |
| C _T | 16746,2 | | | | | |

Taula 1.11: Cost Total per 5 captadors

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 26

Número de captadors=6

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Ac | <u>15,54</u> | <u>15,54</u> | <u>15,54</u> | <u>15,54</u> | <u>15,54</u> | <u>15,54</u> |
| X | <u>0,187</u> | <u>0,266</u> | <u>0,332</u> | <u>0,690</u> | <u>0,309</u> | <u>0,184</u> |
| Y | <u>0,263</u> | <u>0,672</u> | <u>0,800</u> | <u>1,551</u> | <u>0,422</u> | <u>0,157</u> |
| F | <u>0,242</u> | <u>0,570</u> | <u>0,656</u> | <u>1,043</u> | <u>0,372</u> | <u>0,144</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>4844,7</u> | <u>7026,0</u> | <u>6861,1</u> | <u>5018,1</u> | <u>4184,7</u> | <u>2909,8</u> |
| E(MJ/mes) | <u>15198,9</u> | <u>5296,5</u> | <u>3595,6</u> | <u>-206,0</u> | <u>7067,2</u> | <u>17274,1</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4221,9</u> | <u>1471,2</u> | <u>998,8</u> | <u>-57,2</u> | <u>1963,1</u> | <u>4798,4</u> |
| C _F (€) | <u>4.350</u> | | | | | |
| C _V (€) | 12344,4 | | | | | |
| C _T | 16694,4 | | | | | |

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Taula 1.12: Cost Total per 6 captadors

Eliminado: 27

Número de captadors=7

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Ac | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 |
| X | <u>0,219</u> | <u>0,311</u> | <u>0,387</u> | <u>0,805</u> | <u>0,361</u> | <u>0,215</u> |
| Y | <u>0,241</u> | <u>0,665</u> | <u>0,945</u> | <u>2,149</u> | <u>0,404</u> | <u>0,000</u> |
| F | <u>0,220</u> | <u>0,562</u> | <u>0,747</u> | <u>1,242</u> | <u>0,354</u> | <u>-0,014</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>4407,8</u> | <u>6926,6</u> | <u>7809,8</u> | <u>5976,5</u> | <u>3984,6</u> | <u>-276,9</u> |
| E(MJ/mes) | <u>15635,9</u> | <u>5395,9</u> | <u>2646,9</u> | <u>-1164,4</u> | <u>7267,3</u> | <u>20460,8</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4343,3</u> | <u>1498,9</u> | <u>735,2</u> | <u>-323,4</u> | <u>2018,7</u> | <u>5683,6</u> |
| C _F (€) | <u>5.075</u> | | | | | |
| C _V (€) | <u>11.625,9</u> | | | | | |
| C _T | <u>16.700,9</u> | | | | | |

Taula 1.13: Cost Total per 7 captadors

Eliminado: 28

Número de captadors=8

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|----------|--------|--------|---------|--------|---------|
| Ac | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 |
| X | 0,250 | 0,355 | 0,443 | 0,920 | 0,412 | 0,245 |
| Y | 0,275 | 0,760 | 1,080 | 2,456 | 0,462 | 0,000 |
| F | 0,249 | 0,627 | 0,824 | 1,310 | 0,399 | -0,016 |
| Q _{cal} (MJ/mes) | 4993,3 | 7725,8 | 8618,7 | 6301,6 | 4486,3 | -316,1 |
| E(MJ/mes) | 15050,3 | 4596,6 | 1837,9 | -1489,5 | 6765,6 | 20500,1 |
| E(kWh/mes) | 4180,6 | 1276,8 | 510,5 | -413,7 | 1879,3 | 5694,5 |
| C _F (€) | 5.800 | | | | | |
| C _V (€) | 10.960,7 | | | | | |
| C _T | 16.760,7 | | | | | |

Taula 1.14: Cost Total per 8 captadors

Eliminado: 29

Es demostra gràficament, figura 1.11, que la millor relació cost-rendiment s'aconsegueix amb la instal·lació de sis captadors.

RELACIÓ COST TOTAL- NOMBRE CAPTADORS

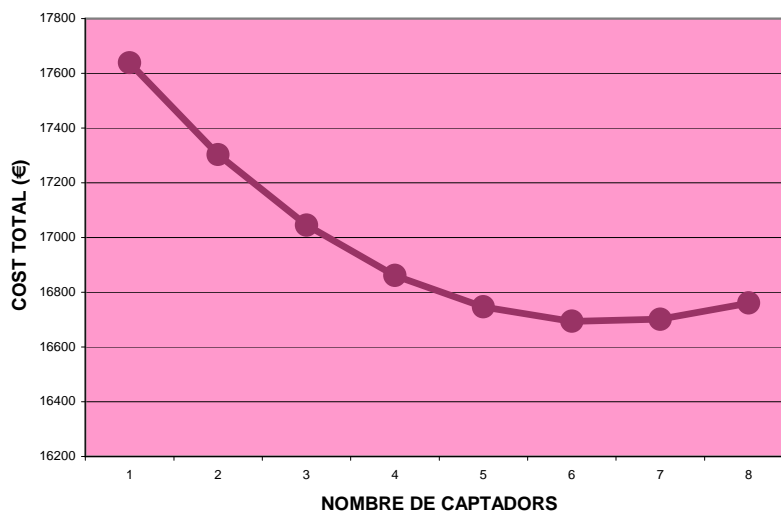


Figura 1.11: Gràfic cost-nombre de captadors.

Eliminado: FIGURA COST TOTAL nº CAPTADORS¶

1.9.5-Connexió dels captadors.

Els captadors destinats a calefacció es connectaran en paral·lel, en dos fileres diferents, la connexió de les fileres serà també en paral·lel. El captador destinat a ACS es tindrà instal·lació pròpia. Seguint la recomanació del document HE 4 del CTE, el retorn dels captadors serà invertit per tal de facilitar l'equilibrat de la instal·lació.

La instal·lació es realitzarà en la part de teulada orientada al sud, al voler integrar els captadors dins l'arquitectura de la vivenda, el dipòsit acumulador no podrà instal·lar-se sobre els captadors, amb això la circulació haurà de ser obligatòriament forçada. A més a més es determina emprar circuit tancat per tal d'evitar problemes de corrosió, incrustacions, així com gelades. La presentació i justificació de la connexió dels captadors es mostra en l'apartat 2.1.12 de l'annex del present projecte.

1.9.6.- Fluid caloportador.

El fluid caloportador serà una barreja d'aigua i anticongelant. Degut a la climatologia i per tal d'evitar que el fluid s'arribi a congelar no es pot emprar tan sols aigua per al circuit primari. A l'aigua se li afegirà una substància anticongelant. Els anticongelants més comuns són el propilenglicol i l'etilenglicol. Es decideix la barreja aigua-propilenglicol degut a que aquest anticongelant és menys perjudicial per la salut humana. La massa de propilenglicol en la barreja serà del 35%, segons el calculat en l'apartat 2.1.5 de l'annex del present projecte. Les principals propietats de la barreja aigua-propilenglicol es mostren en la taula 1.15.

| Mescla aigua-propilenglicol | |
|-----------------------------|------|
| %massa propilenglicol | 35 |
| % volum propilenglicol | 34,5 |

| | |
|------------------------------|-------|
| Densitat(kg/m ³) | 1.009 |
| Viscositat dinàmica (mPa·s) | 1,15 |
| Calor específic(kJ/kgK) | 3,9 |
| Conductivitat tèrmica(W/m·K) | 0,45 |

Taula 1.15: Propietats mescla aigua-propilenglicol

1.9.6.- Dipòsits acumuladors.

En la instal·lació hi hauran dos acumuladors, un acumulador per ACS i un dipòsit d'inèrcia per calefacció. Tots dos seran de tipus vertical, ja que aquest tipus afavoreix l'estratificació d'aigua; l'aigua més freda va cap a la part inferior, mentre que la calenta s'està a la superior.

És des d'aquests dipòsits que l'aigua passa al sistema de recolzament (en aquest cas la caldera) així, en cas de no haver arribat a la temperatura desitjada, s'acaba d'aportar l'energia necessària. Pel circuit d'ACS s'instal·larà un dipòsit acumulador de 300l; pel circuit de calefacció s'instal·larà un dipòsit d'inèrcia de 1000l. Els càlculs de cadascun dels dipòsit es mostren en els apartats 2.1.14 i 2.1.15 de l'apartat 2 del projecte. La situació dels dipòsits queda definida en el plànol 11/11 de l'apartat 3 del projecte.

1.9.7.- Vas d'expansió.

Entre els vasos d'expansió oberts o tancats, es tria un vas d'expansió tancat ja que són més pràctics i comuns, i també més econòmics. Aquest tipus de vas té un recipient on hi ha atrapat gas nitrogen, separat del fluid caloportador per una membrana elàstica. Al dilatar-se el fluid, el nitrògen es comprimeix fins arribar a un equilibri, resultant així presuritzada la instal·lació.

S'instal·larà un vas d'expansió per a cadascun dels circuits. Es col·locaran en l'aspiració de les respectives bombes i seran tancats

Segons els requisits i requeriments, i després dels càlculs en l'apartat 2.1.19.1 de l'annex el vas d'expansió escollit pel circuit d'ACS, es correspon a un vas de 15 litres de capacitat de la casa Salvador Escoda, model 15AMR-E.

Segons els requisits i requeriments, i després dels càlculs en l'apartat 2.1.19.2 de l'annex el vas d'expansió escollit pel circuit de calefacció, es correspon a un vas de 15 litres de capacitat de la casa Salvador Escoda, model 15AMR-E.

1.9.8.- Bomba de circulació.

Serà l'element encarregat d'impulsar el fluid a través de la instal·lació. A l'haver d'instal·lar els dipòsit per sota els captadors, és necessari emprar aquest element per a que hi hagi una bona circulació del fluid. Aquest element ha de ser capaç de superar les pèrdues de càrrega que es produeixen al llarg de la instal·lació, així com en els seus elements. És molt útil que s'instal·li una bomba de cabal regulable, per tal de poder adequar al màxim les necessitats de la instal·lació.

És molt recomanable que aquest aparell tingui un manòmetre de pressió diferencial que permeti comprovar la pressió a l'entrada i la sortida, per tal de conèixer la pèrdua de càrrega real en la instal·lació.

S'instal·larà una bomba per a cadascun dels circuits, ACS i calefacció. Els càlculs i justificacions en que es basa l'elecció d'aquest elements, s'especifiquen en l'apartat 2.1.18 de l'annex del present projecte.

1.10.- RESULTATS FINALS.

1.10.1.- Descripció general de la instal·lació.

La instal·lació del present projecte és un sistema d'ACS i recolzament de calefacció que obté l'energia del Sol. Aquesta instal·lació s'encarrega de transforma l'energia rebuda del Sol en ACS i en part de la calefacció que es consumeix a l'hivern. La part de calefacció que no pot ser subministrada per la instal·lació solar s'aconsegueix d'una caldera de gas ja existent.

Introduint aquesta instal·lació es pretén subministrar tot el consum d'ACS durant tot l'any, així com gran part de la calefacció en els mesos d'hivern. Degut a que la calefacció s'utilitza només en determinats mesos de l'any, la instal·lació ha de poder permetre efectuar-hi un canvi de temporada. A més a més, per evitar possibles danys en la instal·lació, es proveirà d'un aparell encarregat de dissipar escalfor quan no sigui necessària tanta quantitat d'energia.

La instal·lació constarà de set captadors solars, sis d'ells dedicats a calefacció , i un dedicat a ACS. El circuit primari és l'encarregat de circula a través dels captadors i fer arribar el fluid caloportador fins al dipòsit d'inèrcia, en el cas de calefacció, i a l'acumulador, en el cas d'ACS. Cadascun d'aquests dipòsits, plens d'aigua que prové de la xarxa, impulsa l'aigua cap a la caldera, on s'escalfarà només si és necessari.

Els captadors es situaran al vessant sud de la teulada, aprofitant la inclinació d'aquesta per tal de quedar integrats arquitectònicament. Els dipòsits es situaran en una mena de sala de màquines situada a la terrassa de la primera planta, on ja es troba instal·lada la caldera existent. La situació dels captadors i la sala de màquines es poden veure en el plànol 4/11 de l'apartat 3 del projecte.

1.10.2.- Captadors solars.

El captador escollit és el TAKAMA T2-INOX. Aquesta decisió, després d'haver comprovat que estava en iguals condicions que altres dos models, ha estat una decisió subjectiva, basant-se en que la fabricació del captador es troba en el mateix territori on ha de ser instal·lat.

Les principals característiques d'aquest captador es mostren en la taula 1.6 i a continuació:

- Panell de 8 tubs verticals tipus "flat pipe" de coure de 10 mm de diàmetre soldats a 2 tubs horitzontals de coure de 18mm de diàmetre.
- Carcassa: Caixa d'acer inoxidable AISI 304 (0,5mm) totalment estanca. Incorpora 4 abraçaderes per la seva fixació a l'estructura.
- Coberta: Vidre templat Dura Solar Prismàtic de 4mm de gruix i baix contingut en ferro.
- Superfície absorbidora: Xapa d'alumini amb 8 canals plans i 8266 semiesferes embotides que augmenten la superfície d'absorció fins a 2,59m².
- Recobriment: Recobriment selectiu d'alt rendiment sense crom, a base d'òxid i coure negre, magnesi i silici.
- Aïllament: Manta de llana de vidre de 60 mm amb superfície d'alumini.

| | |
|------------------------------------|---|
| Corba de rendiment | $\eta = 0,9021 - 4,577 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ |
| Superfície d'obertura | 1,80 m2 |
| Superfície útil de captació | 2,59 m2 |

| | |
|----------------------------------|------------|
| Pes del captador ple | 43,5kg |
| Pes del captador buit | 41,0kg |
| Capacitat de líquid | 1,5kg |
| Pressió màxima de treball | 7 bar |
| Emissivitat | 0,29 |
| Absortivitat | 0,94 |
| Dimensions | 2x1x0,74 m |
| Cost | 725€ |

Taula 1.6: Característiques captador TAKAMA T2-INOX.

1.10.2.1.-Nombre de captadors.

Després d'estudiar diferents alternatives sobre quants captadors instal·lar, en els apartats 2.1. 9 i 2.1.11 de l'annex del projecte, es determinen instal·lar sis captadors per calefacció i un per ACS respectivament. La distribució dels quals es durà a terme en la vessant sud de la teulada, tal i com es mostra en l'apartat 3 del present projecte (plànols).

1.10.2.2.- Subjecció i separació entre files.

La subjecció dels captadors a la teulada es portarà a terme mitjançant suports homologats pel fabricant.

A l'integrar els captadors dins l'arquitectura de la vivenda i aprofitar la mateixa inclinació de la teulada per col·locar els captadors no és possible que una línia de captadors faci ombra a la següent, per aquest motiu no caldria deixar espai entre les fileres, però per facilitar el seu manteniment i possibles avaries, es deixaran 80cm entre fileres.

1.10.2.3.- Tipus de connexió.

En cas del captador solar destinat a ACS al tractar-se d'un únic captador no té sentit definir el tipus de connexió. La connexió els 6 captadors destinats a calefacció es basarà en la ITE 10.1, anteriorment descrita. Al ser 6 el nombre dels captadors es connectaran dos files de tres elements cadascuna. Al no haver-hi requeriment de més de 50°C en la temperatura de l'aigua, es connectaran els captadors en paral·lel, tant dins de les files, com les files entre sí. L'entrada del fluid caloportador serà per la part de baix del primer captador i la sortida es farà per la part superior de l'últim. Serà en aquesta sortida on es col·locarà un purgador. Les sortides no utilitzades es tapan amb un tap roscat.

En les figures 1.12 i 1.13 estan representats tant l'esquema de connexió del captador destinat a ACS com els captadors destinats a calefacció.

Eliminado: 22

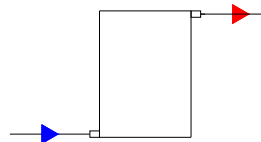


Figura 1.12: Connexió captador ACS.

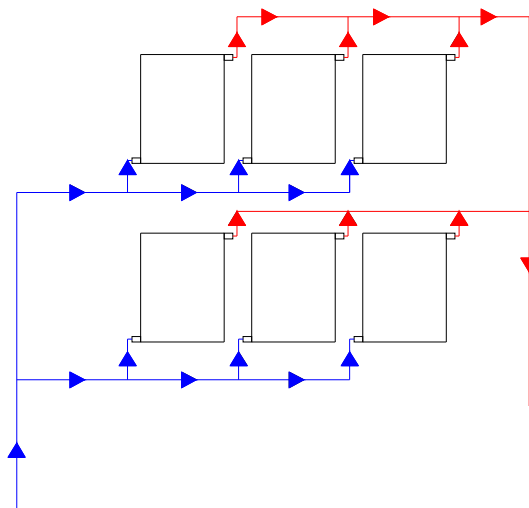


Figura 1.13: Connexió captadors calefacció.

1.10.3.- Fluid caloportador.

El fluid caloportador serà una barreja d'aigua i anticongelant. Degut a la climatologia i per tal d'evitar que el fluid s'arribi a congelar no es pot emprar tan sols aigua per al circuit primari. A l'aigua se li afegirà una substància anticongelant. Els anticongelants més comuns són el propilenglicol i l'etilenglicol. Es decideix la barreja aigua-propilenglicol degut a que aquest anticongelant és menys perjudicial per la salut humana. La massa de propilenglicol en la barreja serà del 35%, segons el calculat en l'apartat 2.1.5 de l'annex del present projecte. Les principals propietats de la barreja aigua-propilenglicol es mostren en la taula 1.7.

| Mescla aigua-propilenglicol | |
|------------------------------|-------|
| %massa propilenglicol | 35 |
| % volum propilenglicol | 34,5 |
| Densitat(kg/m ³) | 1.009 |
| Viscositat dinàmica (mPa·s) | 1,15 |
| Calor específic(kJ/kgK) | 3,9 |
| Conductivitat tèrmica(W/m·K) | 0,45 |

Taula 1.7:Propietats mescla aigua-propilenglicol.

1.10.4.- Dissipador d'escalfor..

Tal i com s'especifica al document HE-4 del CTE, s'ha de dotar la instal·lació d'algun dispositiu automàtic o manual que protegeixi la instal·lació de possibles sobreescalfaments. Aquesta funció li correspon al dissipador d'escalfor.

Aquest element és un bescanviador que entra en funcionament quan la instal·lació assoleix temperatures superiors a 90°C. Mentre la instal·lació treballa amb temperatures inferiors a aquest límit, el fluid circula només pels captadors,

al superar els 90°C s'obre una vàlvula i el fluid passa a circular també pel dissipador; aconseguint així disminuir la temperatura per tal d'evitar problemes en la instal·lació. Segons els requeriments de la instal·lació, els requeriments del CTE i després de consultar diferents catàlegs i distribuïdors es decideix que el dissipador a instal·lar serà un dissipador de 4000W de la casa Salvador Escoda.

1.10.5.- Dipòsit acumulador d'ACS.

Es necessari tenir un dipòsit on es guardi l'energia obtinguda (en forma d'aigua calenta) per tal de poder emprar-la quan sigui necessària. En el cas d'ACS s'instal·larà un dipòsit acumulador que disposarà d'un serpentí per on circularà el fluid caloportador, i una entrada d'aigua de la xarxa, que serà la que sortirà com consum d'ACS. La sortida d'aigua calenta passarà per la caldera, que es posarà en funcionament si la temperatura de l'aigua és inferior a 60°C.

Segons els càlculs realitzats en l'apartat 2.1.14 de l'annex del present projecte el dipòsit requerit per la instal·lació és un dipòsit de 300l amb una superfície d'intercanvi de 0,95 m². Es determinar instal·lar un dipòsit de la marca IDROGAS, model CCV 300 M1S. L'esquema del dipòsit es mostra en la figura 1.146 i les principals característiques en la taula 1.8. Aquest dipòsit s'instal·larà juntament amb el dipòsit d'inèrcia en la terrassa de la primera planta, dins un tancament destinats a aquest fi.

| Modelo | | CV 80 | CV 110 | CV 150 | CV 200 | CV 300 |
|--------------------------|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Capacidad de A.C.S. | l | 80 | 110 | 150 | 200 | 300 |
| Temp. máx. acum. A.C.S. | °C | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Presión máx. acumulación | bar | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Temp. máx. primario | °C | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Presión máx. primario | bar | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Superficie intercambio | m ² | 0,31 | 0,47 | 0,63 | 0,8 | 1,2 |
| Dimensiones | | | | | | |
| cota H | mm | 935 | 1155 | 1260 | 1207 | 1685 |
| cota D | mm | 480 | 480 | 560 | 620 | 620 |

Taula 1.8: Característiques tècniques dipòsit acumulador

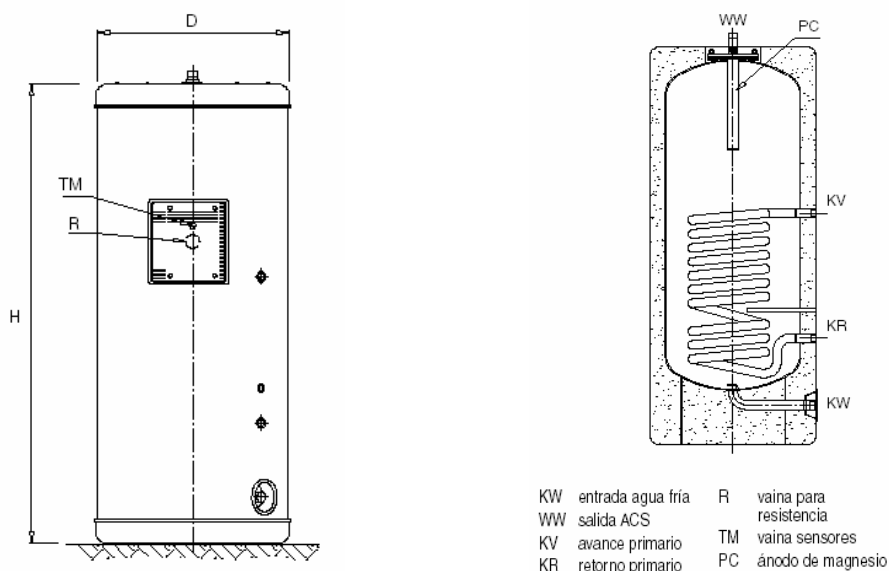


Figura 1.14: Esquema i cotes dipòsit acumulador ACS Idrogas.

1.10.6.- Dipòsit d'inèrcia.

Tal i com succeeix amb la instal·lació d'ACS, es necessari que la instal·lació destinada a calefacció posseeixi un dipòsit on es pugui acumular l'energia que es genera de més per tal de poder ser emprada estones més tard.

Del resultats dels càlculs realitzats en l'apartat 2.1.15 de l'annex del present projecte s'obté que el volum del dipòsit d'inèrcia necessari màxim és de 1105,5 litres. S'optarà per instal·lar un dipòsit de 1000 litres, ja que en el mercat els volums estàndards disponibles propers al valor desitjat són 1000l i 1500l. S'ha triat un dipòsit d'inèrcia de la marca IDROGAS, model PUW 1000l, l'esquema del qual es mostra en la figura 1.15 i les seves característiques tècniques en la taula 1.9.

| | |
|-------------------------------------|---------|
| Pressió treball acumulador | 3 bar |
| Pressió treball bescanviador | 12 bar. |

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| Aïllament | Poliuretà flexible 10mm espessor |
| Capacitat | 1000l |
| Bescanviador | 2,4 m ² |
| Pes | 170 kg |

Taula 1.9: Característiques tècniques dipòsit d'inèrcia.

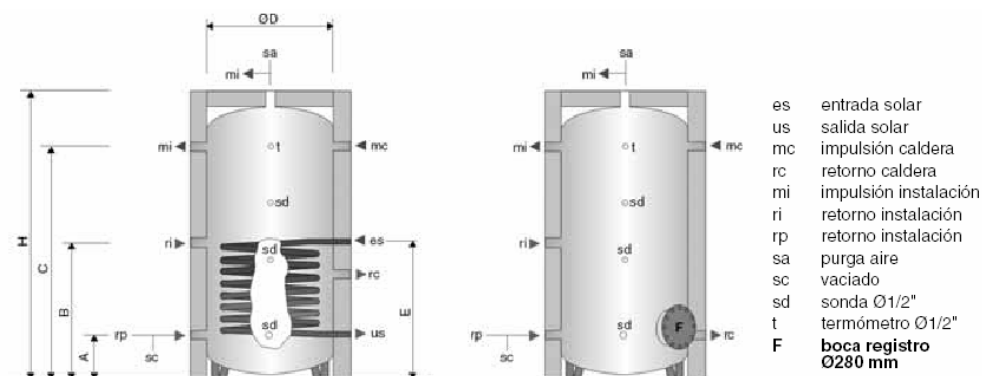


Figura 1.15: Dipòsit d'inèrcia Idrogas

1.10.7.- Dimensionat de les canonades.

Les canonades que es faran servir en la instal·lació són de coure degut a les seves bones prestacions . Serà canonada de coure, sense que sigui necessari que suporti altes pressions. Per a cadascun dels circuits s'emprarà canonada de 3/4". La longitud són 22 m de canonada en el circuit d'ACS i 58,75 m de canonada en el circuit de calefacció.

S'haurà d'aplicar un pendent mínim de l'1% en la instal·lació de les canonades per facilitar el buidat de la instal·lació, tal i com es marca en el document HE-4 del CTE.

La canonada d'anada i de tornada de la instal·lació s'aïllarà per evitar pèrdues de calor cap a l'ambient. L'aïllant serà tubular, amb un espessor de 19mm, flexible classe M1 de la gamma del reglament del Rite, de la marca ISOCELL. Segons l'apèndix 03.1 del RITE l'espessor mínim per canonades menors a 35mm de diàmetre exterior, com és el cas de totes les canonades de la instal·lació, i una temperatura no superior a 100°C, es requereix un espessor mínim de 20mm.

1.10.8.- Bomba de circulació.

Tal i com s'indica en l'apartat 2.1.18 de l'annex, i després de consultar diferents marques es pren la determinació d'instal·lar el grup hidràulic Roca khs10, un per a cadascun dels circuits. Les característiques tècniques més rellevants d'aquest grup es mostren a la taula 1.18.

| | |
|---------------------------|--------|
| Alçada màxima | 48mmca |
| Nombre velocitats | 3 |
| Potència màxima | 65W |
| Potència mitja | 45W |
| Potència econòmica | 30W |
| Temperatura màxima | 100°C |

Taula 1.18: Característiques grup hidràulic.

La bomba s'instal·larà a la canonada d'impulsió del fluid cap als captadors, a la part més baixa del circuit, per tal d'evitar cavitacions. Disposarà de dos vàlvules de tall, una d'entrada i una de sortida, que facilitaran les operacions de manteniment o avaria. S'instal·larà també un filtre de partícules sòlides a l'aspiració i un manòmetre que llegirà la pressió a la sortida de la bomba. A més a més s'instal·larà una vàlvula antiretorn per assegurar el bon sentit del flux.

1.10.9.- Vas d'expansió.

És necessari instal·lar un element al circuit primari capaç d'absorbir les dilatacions del fluid que hi circula. Segons els requisits i requeriments, i després dels càlculs pertinents el vas d'expansió escollit es correspon a un vas de 15 litres de capacitat de la casa Salvador Escoda, model 15AMR-E. Es col·locarà en l'aspiració de la bomba i serà tancat. S'instal·larà uns vas d'expansió en cadascun dels circuits.

1.10.10.- Centralita de regulació.

Per tal de poder regular la instal·lació s'instal·larà una centralita de regulació de la marca RESOL, model DELTASOL, model especialment dissenyat per sistemes amb dos tancs d'emmagatzematge. Mentre la temperatura del fluid caloportador a la sortida dels captadors sigui superior a la del dipòsit, les bombes estaran en funcionament continu, respectivament, transmetent així l'energia captada pel Sol a l'aigua acumulada al dipòsit, però en pic la temperatura de sortida dels captadors sigui inferior a la del dipòsit, la bomba deixarà de funcionar. Es connectaran els següents elements de mesura i control:

- sensor d'irradiació
- sonda de temperatura de retorn solar
- sonda de temperatura ambient
- electrovàlvules de tres vies.
- bomba de circulació
- caldera de gas natural
- sonda de temperatura de dipòsit d'ACS
- sonda de temperatura de dipòsit d'inèrcia.

Aquesta centralita és capaç d'executar i regular 4 instruccions alhora i en un bucle continu.

· Instrucció1: Regula com actuen els elements del primari segons la temperatura del tanc d'ACS. Resumint, la instal·lació solar proporcionarà calor al tanc d'ACS quan la temperatura del tanc sigui inferior a 60°C però no superior a 65°C, sempre i quan hi hagi prou radiació solar. El valor de la radiació solar es fixa en 200 W/m^2 , com a valor per sota del qual el rendiment dels col·lectors s'anul·la. Si la temperatura de l'aigua del tanc d'ACS és inferior a 60°C i l'energia solar, per les raons que siguin, no pot proporcionar-li calor, l'aigua que surt del tanc, abans d'arribar pel punt de demanda es rescalfarà en el seu pas per la caldera.

· Instrucció2: Regula com actuen els elements segons la temperatura del dipòsit d'inèrcia. En essència, la instal·lació solar proporcionarà calor al tanc d'inèrcia quan la temperatura del tanc sigui inferior a 60°C, sempre i quan hi hagi prou radiació solar. Si la temperatura de l'aigua del tanc d'inèrcia és inferior a 60°C i l'energia solar, per les raons que siguin, no pot proporcionar-li calor, l'aigua del tanc es rescalfarà en el seu pas per la caldera abans d'entrar al circuit de calefacció.

· Instrucció3: La seva missió es evitar que el fluid caloportador del primari entri als bescanviadors si no surt dels col·lectors a una temperatura superior a la dels dipòsits, per tal d'evitar que es refredin. En cas que hi hagi prou radiació solar, s'engegarà la bomba de circulació per tal d'intentar escalfar el fluid fins a una temperatura que garanteixi l'aportació solar. En cas contrari s'apagarà la bomba de circulació per evitar que funcioni en va i que el fluid es refredi al passar pels col·lectors. També té la funció de protegir la instal·lació, juntament amb el dissipador d'escalfor: en el moment en que la temperatura de l'aigua del dipòsit arribi als 90°C degut a la gran captació d'energia a través dels col·lectors i el conseqüent sobreescalfament del fluid caloportador, s'alliberarà aigua calenta del dipòsit directament a la xarxa de clavegueram a través de l'electrovàlvula i l'embut de descàrrega per donar entrada a aigua freda de la xarxa i aconseguir d'aquesta manera reduir la temperatura del fluid caloportador per sota dels 90°C, i evitar així l'ebullició tant del fluid caloportador

1. Memòria

com de l'aigua del dipòsit, situació gens desitjada.

· Instrucció4: Aquesta última controla el funcionament de la caldera per fer el recolzament d'escalfament d'ACS i de calefacció quan els col·lectors solars no poden subministrar suficient energia i quan la temperatura de l'aigua dels tancs sigui inferior a 60°C.

1.10.11.- Altres elements del circuit.

1.10.11.1.- Vàlvula de seguretat.

Per tal de prevenir sobrepresions o temperatures excessives en el circuit s'instal·larà una vàlvula de seguretat tarada en 3bar (relatiu). S'escolleix la vàlvula subministrada per la casa ROCA, té un àmbit de regulació de 200 a 800 kPa.

1.10.11.2.- Purgadors d'aire.

S'instal·laran purgadors d'aire automàtics a les parts altes dels captadors, per tal d'eliminar l'aire que pugui acumular-se. S'instal·laran tres purgadors, un a cada captador final de fila. Seran purgadors de la casa ROCA, model FLEXVENT, la seva connexió es durà a terme mitjançant T de coure amb reducció de secció.

1.10.11.3.- Vàlvules de tall.

La funció de les vàlvules de tall és interrompre manualment el pas de fluids en determinats punt del circuit. S'instal·laran vàlvules de tall de bola, regulació tot-res, per tallar per complet la circulació de fluid en cas que fos necessari.

1.10.11.4.- Electrovàlvula de tres vies.

Anirà regulada per la centraleta de regulació solar, i tindrà la funció de deixar circular o no el fluid caloportador cap als bescanviadors de calor dels dipòsit. S'instal·larà una per dipòsit i seran del tipus tot-res.

1.10.11.5.- Manòmetres

S'instal·laran cinc manòmetres d'agulla que llegiran fins a 400 kPa relatius per tal de poder comprovar el correcte funcionament de la instal·lació. Un dels manòmetres es situarà després de la bomba de circulació i els altres a la sortida dels col·lectors. S'instal·laran amb una T i una reducció de secció cadascun.

1.10.11.6.- Sensor d'irradiació.

Aquest sensor anirà instal·lat junt a la centraleta reguladora i la informarà sobre la quantitat de radiació solar instantània, en un moment donat, serà de la marca RESOL, model CS10.

1.10.11.7.- Sonda de temperatura

Es col·locarà una sonda en el circuit primari a la canonada de sortida d'aigua dels captadors. Serà de tipus PT100, que significa que es basa en el fet que a mesura que augmenta la temperatura, els metalls augmenten la seva resistència elèctrica. El nom es deu a que estan fetes de platí i presenten una resistència de 1.000 ohms a 0°C. Serà de marca Resol i model FKP 5,5, muntada sobre una T de marca Resol model T28.

1.10.12.- Altres elements en el circuit ACS.

1.10.12.1.- Manòmetre.

S'instal·larà un manòmetre en el dipòsit acumulador per conèixer la pressió d'aquest en cada moment.

1.10.12.2.- Sonda de temperatura.

S'instal·larà una sonda de temperatura en el dipòsit acumulador per poder conèixer la seva temperatura en tot moment.

1.10.12.3.- Vàlvules de tall.

S'instal·laran a les entrades del dipòsit (tant del circuit primari com els secundari) i a les sortides. S'escullen vàlvules de bola de la marca ROCA.

1.10.12.4.- Vàlvules antiretorn.

S'instal·laran vàlvules antiretorn, per evitar que el flux torni enrera, a continuació del filtre, a la sortida de l'aigua calenta del dipòsit acumulador, abans d'arribar a la caldera i després de la bomba.

1.10.12.5.- Vàlvula reductora de pressió.

S'instal·larà una vàlvula reductora de pressió a l'entrada de l'aigua freda de xarxa, per tal de reduir la pressió abans que l'aigua entri al circuit.

1.10.12.6.- Filtre.

Després de la vàlvula reductora s'instal·larà un filtre per tal de retenir les partícules sòlides que poden anar barrejades amb l'aigua de xarxa. Per evitar problemes en la instal·lació es separen aquestes partícules de l'aigua.

1.10.12.7.- Vàlvula de buidat.

S'instal·larà una vàlvula de buidat per poder buidar el contingut del dipòsit acumulador en cas que fos necessari. S'instal·larà una vàlvula de bola.

1.10.13.- Altres elements en el circuit de calefacció.**1.10.13.1.- Manòmetre.**

S'instal·larà un manòmetre en el dipòsit d'inèrcia per tal de poder conèixer la pressió en cada moment.

1.10.13.2.- Sonda de temperatura.

S'instal·larà una sonda de temperatura en el dipòsit d'inèrcia per poder conèixer la temperatura del dipòsit en qualsevol moment.

1.10.13.3.- Vàlvules de tall.

S'instal·laran a les entrades del dipòsit (tant del circuit primari com els secundari) i a les sortides. S'escullen vàlvules de bola de la marca ROCA.

1.10.13.4.- Vàlvules antiretorn.

S'instal·laran vàlvules antiretorn, per evitar que el flux torni enrera, a continuació del filtre, a la sortida de l'aigua calenta del dipòsit d'inèrcia, abans d'arribar a la caldera i després de la bomba.

1.10.13.5.- Vàlvula reductora de pressió.

S'instal·larà una vàlvula reductora de pressió a l'entrada de l'aigua freda de xarxa, per tal de reduir la pressió de l'entrada de l'aigua de xarxa.

1.10.13.6.- Filtre.

Després de la vàlvula reductora s'instal·larà un filtre per tal de retenir les partícules sòlides que poden anar barrejades amb l'aigua de xarxa. Per evitar problemes en la instal·lació es separen aquestes partícules de l'aigua.

1.10.13.7.- Vàlvula de buidat.

S'instal·larà una vàlvula de buidat per poder buidar el contingut del dipòsit d'inèrcia en cas que fos necessari. S'instal·larà una vàlvula de bola.

1.11.-PLANIFICACIÓ

| TASQUES | DIES | | | | | | | | | |
|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Plantejament de la instal·lació, interpretació plànols. | | | | | | | | | | |
| Distribució material d'obra | | | | | | | | | | |
| Instal·lació de captadors solars i accessoris. | | | | | | | | | | |
| Instal·lació dipòsits | | | | | | | | | | |
| Instal·lació grup hidràulic i centraleta. | | | | | | | | | | |
| Instal·lació canonades i accessoris | | | | | | | | | | |
| Posta en marxa i proves | | | | | | | | | | |



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

2.- ANNEXES



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i
calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

Índex de l'annex.

| | |
|------------------|----|
| 2.- ANNEXES..... | 87 |
|------------------|----|

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| <i>Índex de l'annex.</i> | 89 |
|---------------------------------------|-----------|

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 2.1.- CÀLCULS. | 91 |
|-----------------------------|-----------|

| | |
|--|----|
| 2.1.1.-Càlcul de les càrregues tèrmiques. | 91 |
|--|----|

| | |
|--------------------------------------|----|
| 2.1.1.1.- Introducció de dades. | 91 |
|--------------------------------------|----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.2.- Instal·lació solar tèrmica per calefacció i ACS. | 104 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.2.1.- Energia necessària per calefacció. | 104 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.2.2.- Energia necessària per ACS. | 107 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.2.3 Energia total de calefacció i ACS..... | 109 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.3.- Càlcul energia solar incident. | 110 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.4.- Orientació i inclinació dels captadors solars. | 124 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.5.- Selecció del fluid caloportador..... | 126 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.6.- Cabal del circuit primari..... | 128 |
|--|-----|

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 2.1.7.- Selecció del captador. | 128 |
|-------------------------------------|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.8.- Factor captador-bescanviador..... | 135 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.9.- Àrea de captació necessària per calefacció. | 137 |
|--|-----|

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 2.1.10.- Dissipador d'escalfor. | 149 |
|--------------------------------------|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.11.- Àrea de captació necessària per ACS..... | 149 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.12.- Tipus de connexió dels captadors. | 151 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.13.- Distribució dels captadors solars..... | 154 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.14.- Volum del dipòsit acumulador. | 154 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.15.- Volum dipòsit d'inèrcia. | 155 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.16.- Dimensionat de les canonades. | 156 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.17.- Càlcul de les pèrdues de càrrega..... | 159 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.17.1.- Pèrdues de càrrega contínues..... | 160 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.17.2.- Pèrdues de càrrega singular..... | 163 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.17.3.- Pèrdues de càrrega singular d'altre..... | 168 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| 2.1.17.4.- Pèrdues de càrrega total ACS. | 170 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.17.5.- Pèrdues de càrrega total de calefacció..... | 171 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.18.- Selecció de la bomba de circulació..... | 171 |
|--|-----|

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 2.1.19.- Càlcul vas d'expansió..... | 173 |
|-------------------------------------|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.20.- Càlcul canonada de buidat. | 178 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| 2.1.21.- Càlcul de la potència de la caldera..... | 178 |
| 2.1.22.- Càlcul resistència estructural del sostre. | 179 |

2.1.- CÀLCULS.

2.1.1.-Càlcul de les càrregues tèrmiques.

Per tal de calcular totes les càrregues tèrmiques de calefacció de la vivenda es farà ús del programa DpClima. Aquest programa informàtic permet realitzar un càlcul molt aproximat i menys laboriós que un càlcul manual.

Es defineix la càrrega tèrmica d'un local com la potència de refrigeració o calefacció que requereix la instal·lació per mantenir les condicions desitjades.

2.1.1.1.- Introducció de dades.

En primer lloc s'ha de donar nom al projecte que es comença. Aquest serà el títol i nom que es veurà després reflectit en els resums de dades i resultats. Un cop definida la portada del projecte, es passa a la definició de les dades que apareixen en la pestanya Exterior (pantalla de la figura 2.1) . Els camps d'aquesta pantalla es poden definir manualment, o bé fent ús de la base de dades del programa, que escollint la ciutat, emplena per defecte els valors.

La base de dades del programa conté els nuclis de població més importants de l'Estat Espanyol, si es volgués definir les condicions d'alguna localitat que no estigues en aquesta base, es podrien extreure les dades de l'Institut Nacional de Meteorologia i la normativa NBE-CT-79.

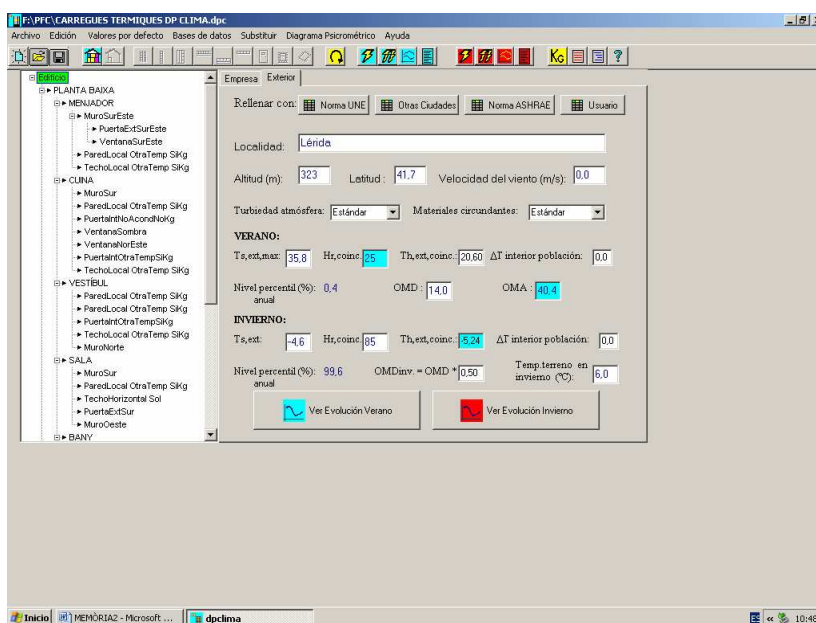


Figura 2.1: Pantalla definició dades exteriors DpClima.

Eliminado: Fig

Eliminado: .

El resum de les dades demanades es mostra en la següent taula (taula 2.1)

| | |
|---|-----------|
| Altitud | 323 m |
| Latitud | 41,62° |
| Velocitat del vent | 5 m/s |
| Entorboliment atmosfèric | Estàndard |
| Materials circumdants | Estàndard |
| T seca exterior màx. Estiu | 33° C |
| T seca exterior hivern | -4,6°C |
| Humitat relativa estiu | 50% |
| Humitat relativa hivern | 70% |
| OMD (Oscil·lació mitjana diària) | 14°C |
| OMA (Oscil·lació màxima anual) | 40,4°C |
| Temperatura terreny hivern | 6°C |
| Coeficient de majoració de les càrregues de l'edifici | 5% |
| Càrrega pròpia de la instal·lació | 0% |

Taula 2.1: Condicions exteriors Lleida

Un cop definides les condicions exteriors del terreny es poden començar a definir les característiques arquitectòniques de la vivenda. El programa treballa amb *Zones* i *Locals*. Com a *Zona* s'entenen les diferents plantes de la vivenda i com a *Locals* les diferents estances de cada planta. Així doncs el present projecte constarà de dos *Zones* amb cinc i quatre *Locals* respectivament. Aquesta classificació es correspon amb:

- Zona 1: Panta baixa:
- Vestíbul
- Menjador
- Cuina
- Bany
- Sala
- Zona 2: Primera planta
- Dormitori 1
- Dormitori 2
- Dormitori 3
- Lavabo

A la definició de cadascun dels locals s'obre dos pestanyes, la d'*Identificació* i la de *Distribució*. En la pantalla d'*Identificació* (figura 2.2) es defineix el nom de local, la temperatura seca i la humitat relativa a l'estiu i l'hivern. Aquest valors es consideraran en tots els locals de la vivenda com:

- $T_{\text{secahivern}} = 20^{\circ}\text{C}$
- $H_{\text{rhivern}} = 40\%$
- $T_{\text{secaestiu}} = 25^{\circ}\text{C}$
- $H_{\text{restiu}} = 55\%$

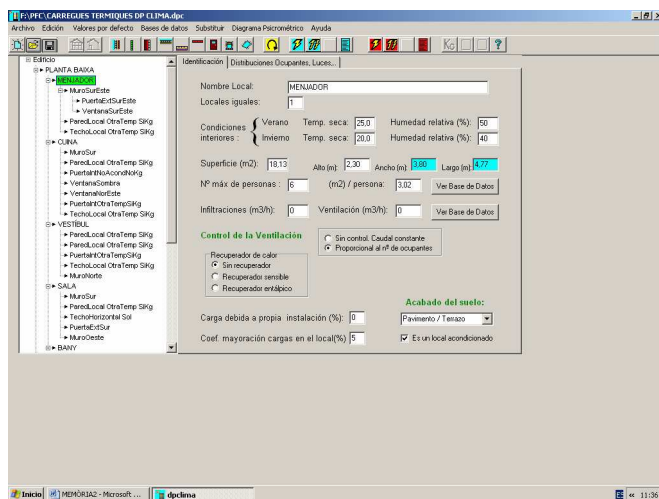


Figura 2.2: Identificació locals en la vivenda

Eliminado: Fig

Eliminado: .

També es definirà el nombre de locals iguals, la superfície en m^2 i l'alçada del local, que per tots ells es de 2,3 m; així com el nombre màxim de persones que ocuparan el local i la ventilació del mateix.

Per introduir la dada Ventilacions a cadascun dels locals, es marcarà prèviament *Toma de aire exterior: directa en cada local*, a més a més, pel cabal d'aire es tindrà en compte l'ocupació del local marcant la casella *Control de la ventilación: proporcional al número de ocupantes*. El programa demana el nombre de ventilacions en m^3/h , per calcular-les es farà ús de les dades extretes dels apunts de "Sistemes de Fred industrial i Climatització" L. Cabeza i M. Medrano (2006). S'ha de tenir en compte els valors marcats per a cada tipus de local definits en la taula 2.2. I es calcularan les ventilacions seguint l'equació 2.1

| Tipus de local | Requeriments d'aire de ventilació (dm^3/s) | | | |
|-----------------------|--|------|-------------------------|------|
| | Per persona | | Per m^2 de superfície | |
| | Mín. | Màx. | Mín. | Màx. |
| 1. Locals de vivenda | | | | |
| 1.1 Locals en general | 2,5 | 4,0 | 0,40 | - |
| 1.2 Banys | - | - | 2 | 3,5 |
| 1.3 Cuines | - | - | 0,80 | 1,5 |

Taula 2.2: Requeriments aire ventilació.

$$Ventilacions(m^3/h) = requeriment\left(\frac{dm^3}{s \cdot m^2}\right) \cdot superficielocal(m^2) \cdot \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{10^{-3}m^3}{1dm^3} \quad (eq. 2.1)$$

On el valor requeriment s'extreu de la taula 2.2, com a valor intermedi entre el màxim i mínim indicats.

En la pantalla distribució i ocupants, s'haurà de definir el nombre d'ocupants de cada local així com la il·luminació de que es disposa, electrodomèstics, etc. Un cop emplenats aquests camps es passa a introduir els *Tancaments del local*.

En aquest punt es definiran tots els tancaments tant interiors com exteriors, sostres, terra, portes i finestres. Per cadascun dels tancaments es definirà superfície, orientació i composició. Per les composicions de parets i murs existeix una base de dades al programa on apareixen un gran grup de materials, en cas de no ser-hi els materials de les parets i murs de la vivenda, es poden afegir a la base de dades mitjançant el comando *Añadir*.

Un cop introduïdes totes les dades el programa fa un càlcul de les càrregues tèrmiques, els resultats del quals es detallen a continuació.

CÀLCUL CARREGUES TÈRMiques

Empresa : PFC LIDIA BERTRAN Autor : LÍDIA BERTRAN LORENTE
Fecha : 07/06/2007

Cargas Térmicas Detalladas del Edificio

Cargas Térmicas de Calefacción Máximas Sensibles

Ubicación y condiciones del exterior

Localidad : Lérida Altitud: 323 m Latitud: 41,7 °
Oscilación máxima anual (OMA): 40,4 °C Velocidad del viento 0 m/s
Temp. terreno en invierno : 6 °C
Nivel percentil anual : 99,6 % Tª seca : -4,6 °C Humedad relativa : 85 %
Oscilación media diaria (OMD): 7 °C
Materiales Circundantes: Estándar
Turbiedad de la atmósfera: Estándar

Edificio **Hora de Cálculo: 6** **Mes de Cálculo: FEB**

Superficie : 96,03 m2
Condiciones exteriores Ts : -4,572 °C Hr : 85 % W :
0,0021781 Kg/Kg a.s. Temp. Terreno : 6
Ratio max. luces : (incandescentes 0 W/m2) (fluor.con reactancia 5,41 W/m2) (fluor.sin rectancia 0 W/m2)
Ratio max. Otras cargas : (sensible 0,521 W/m2) (latente 0 W/m2)
(Ratio max. personas/m2 : 0,271)

Zona: PLANTA BAIXA

Local: MENJADOR

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : LP11CA5LH4 Peso : 274 Kg/m2 Orientación : SurEste Color : Medio
Superficie : 15,52 m2 K : 1,554 W/m2°C T^a equivalente : -1,541 °C

C. Sensible : -519 W
Ventanas:

Nombre: Ventana climalit Superficie: 0,7 m2 K : 4 W/m2°C
Orient.: SurEste
Radiación transmitida ventana : 0 W/m2 Fracción Soleada : 0 %
SC : 0,26
C Sen. cond.: -68 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac. rad. : 0 W

C. Sensible : -68 W
Cerramientos interiores:

Nombre: LH7 Peso : 102 Kg/m2
Superficie: 9,2 m2 K : 2,21 W/m2°C T^a equivalente : 19,99 °C

C. Sensible : 0 W
Cerramientos interiores:

Nombre: PA5BH20EY2 Peso : 391,8 Kg/m2
Superficie: 18,13 m2 K : 2,37 W/m2°C T^a equivalente : 19,97 °C

C. Sensible : -1 W

Nombre : PA5BH20CA15 Peso : 375,8 Kg/m2
Superficie : 18,13 m2 K : 1,98 W/m2°C T^a terreno : 5,988 °C

C. Sensible : -502 W
Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 5 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie sin mov. 1.08 Met

Calor sensible por persona : 94 W Calor latente por persona : 30 W

Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 14 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 14 W
Local: CUINA

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : Mur exterior Peso : 927 Kg/m2 Orientación : Sur
Color : Medio
Superficie : 8,3 m2 K : 1,59 W/m2°C T^a equivalente : -0,07191 °C

C. Sensible : -264 W
Ventanas:

Nombre: Ventana climalit Superficie: 0,585 m2 K : 3,29 W/m2°C Orient.: Sur
Radiación transmitida ventana : 0 W/m2 Fracción Soleada : 0 %
SC : 0,34

C Sen. cond.: -47 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac.
rad. : 0 W

C. Sensible : -47 W

Ventanas:

Nombre: Ventana climalit Superficie: 0,2925 m² K : 3,29
W/m²°C Orient.: Sur

Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0
% SC : 0,34

C Sen. cond.: -23 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac.
rad. : 0 W

Existen 2 ventanas iguales

C. Sensible : -46 W

Cerramientos interiores:

Nombre: LH7 Peso : 102 Kg/m²
Superficie: 16,41 m² K : 2,21 W/m²°C T^a equivalente :
19,99 °C

C. Sensible : 0 W

Puerta:

Nombre: PORTA A REBEDOR Superficie: 2 m² K : 1
W/m²°C Interior

Temp. Equivalente : 20 °C C Sen. cond.: 0 W

C. Sensible : 0 W

Cerramientos interiores:

Nombre: PA5BH20EY2 Peso : 391,8 Kg/m²
Superficie: 15,4 m² K : 2,37 W/m²°C T^a equivalente :
19,97 °C

C. Sensible : -1 W

Nombre : PA5BH20CA15 Peso : 375,8 Kg/m²
Superficie : 15,4 m² K : 1,98 W/m²°C T^a terreno : 5,988 °C

C. Sensible : -427 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 6 Actividad: De pie trabajo ligero 1.83 Met
Calor sensible por persona : 123 W Calor latente por persona : 87
W

Como suma locales. Distribución local: variable Factor de
simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 17 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 17 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 500 W Potencia en ese instante : 0 W

Como suma locales. Distribución local: variable Factor de
simultaneidad : 100 %

C Sen. almacenado : 12 W C Sen. instantaneo : 0 W

C. Sensible : 12 W

Local: VESTÍBUL

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos interiores:

Nombre: LH7 Peso : 102 Kg/m²
Superficie: 4,44 m² K : 2,21 W/m²°C T^a equivalente :
19,99 °C

C. Sensible : 0 W

Cerramientos interiores:

Nombre: LH7 Peso : 102 Kg/m²
Superficie: 2,9 m² K : 2,21 W/m²°C T^a equivalente : 19,99 °C

C. Sensible : 0 W

Puerta:

Nombre: PORTA SALA Superficie: 1,8 m² K : 1 W/m²°C
Interior
Temp. Equivalente : 22 °C C Sen. cond.: 3 W

C. Sensible : 3 W

Cerramientos interiores:

Nombre: PA5BH20EY2 Peso : 391,8 Kg/m²
Superficie: 11,8 m² K : 2,37 W/m²°C T^a equivalente : 19,97 °C

C. Sensible : 0 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Mur exterior Peso : 927 Kg/m² Orientación :
Norte Color : Medio
Superficie : 5,29 m² K : 1,59 W/m²°C T^a equivalente : - 0,07191 °C

C. Sensible : -168 W

Nombre : PA5BH20CA15 Peso : 375,77 Kg/m²
Superficie : 11,8 m² K : 1,976 W/m²°C T^a terreno : 6 °C

C. Sensible : -326 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 4 Actividad: De pie trabajo muy ligero 1.43 Met

Calor sensible por persona : 119 W Calor latente por persona : 46 W

Como suma locales. Distribución local: variable Factor de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 0 W C Sen. almac. : 21 W C Lat. inst. : 0 W

C. Latente : 0 W C. Sensible : 21 W

Iluminación fluorescente con reactancia incorporada o halógenas :

Potencia Máxima : 20 W Potencia en ese instante : 10 W
Como suma locales. Distribución local: Constante50% Factor de simultaneidad : 100 %

C Sen. almacenado : 2 W C Sen. instantaneo : 8 W

C. Sensible : 10 W

Local: SALA

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : Mur exterior Peso : 927 Kg/m² Orientación : Sur
Color : Medio
Superficie : 7,4 m² K : 1,59 W/m²°C T^a equivalente : - 0,07191 °C

C. Sensible : -236 W

Cerramientos interiores:

Nombre: LH7 Peso : 102 Kg/m²
Superficie: 9,57 m² K : 2,21 W/m²°C T^a equivalente : 19,99 °C

C. Sensible : 0 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : PA5BC20CA30PY2 Peso : 377,7 Kg/m²
Orientación : Horizontal Sol Color : Oscuro
Superficie : 14 m² K : 1,42 W/m²°C T^a equivalente : -
0,4658 °C

C. Sensible : -406 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : Mur exterior Peso : 927 Kg/m² Orientación :
Oeste Color : Medio
Superficie : 7,36 m² K : 1,59 W/m²°C T^a equivalente : -
0,07191 °C

C. Sensible : -234 W

Nombre : PA5BH20CA15 Peso : 375,77 Kg/m²
Superficie : 17 m² K : 1,976 W/m²°C T^a terreno : 6 °C

C. Sensible : -470 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 8 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie
sin mov. 1.08 Met

Calor sensible por persona : 94 W Calor latente por persona : 30
W

Como suma locales. Distribución local: Constante 100% Factor
de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 345 W C Sen. almac. : 94 W C Lat. inst. : 150
W

C. Latente : 150 W C. Sensible : 439 W

Otras Cargas:

Potencia Sensible Máxima : 50 W Potencia Latente Máxima : 0
W

Como suma locales. Distribución local: Constante 100% Factor
de simultaneidad : 100 %

C. Latente : 0 W C. Sensible : 50 W

Ventilación: 30 m³/h

C. Latente : -90 W C. Sensible : -245 W

Local: BANY

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : LM11CA5LH4 Peso : 297 Kg/m² Orientación :
Oeste Color : Medio
Superficie : 2,41 m² K : 1,601 W/m²°C T^a equivalente : -
1,487 °C

C. Sensible : -82 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : LM11CA5LH4 Peso : 297 Kg/m² Orientación :
Norte Color : Medio
Superficie : 3,59 m² K : 1,6 W/m²°C T^a equivalente : -
1,488 °C

C. Sensible : -123 W

Ventanas:

Nombre: Ventana climalit Superficie: 0,36 m² K : 3,29
W/m²°C Orient.: Norte

Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0
 % SC : 0,34
 C Sen. cond.: -29 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen. almac.
 rad. : 0 W

C. Sensible : -29 W

Cerramientos interiores:

Nombre: LH7 Peso : 102 Kg/m²
 Superficie: 4,5 m² K : 2,21 W/m²°C T^a equivalente : 19,99 °C

C. Sensible : 0 W

Nombre : PA5BH20CA15 Peso : 375,77 Kg/m²
 Superficie : 3,04 m² K : 1,976 W/m²°C T^a terreno : 6 °C
C. Sensible : -84 W

Cerramientos interiores:

Nombre: PA5BH20EY2 Peso : 391,8 Kg/m²
 Superficie: 3,04 m² K : 2,37 W/m²°C T^a equivalente : 19,97 °C

C. Sensible : 0 W

Ventilación: 50 m³/h

C. Latente : -150 W C. Sensible : -409 W

Zona: PRIMERA PLANTA

Local: HABITACIÓ

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : Mur exterior Peso : 927 Kg/m² Orientación :
 SurOeste Color : Medio
 Superficie : 7,94 m² K : 1,59 W/m²°C T^a equivalente : -0,07191 °C

C. Sensible : -253 W

Ventanas:

Nombre: Ventana climalit Superficie: 1,56 m² K : 3,29
 W/m²°C Orient.: SurOeste
 Radiación transmitida ventana : 0 W/m² Fracción Soleada : 0
 % SC : 0,73
 C Sen. cond.: -126 W C Sen. inst. rad. : 0 W C Sen.
 almac. rad. : 1 W

C. Sensible : -125 W

Cerramientos interiores:

Nombre: LH7 Peso : 102 Kg/m²
 Superficie: 9,54 m² K : 2,21 W/m²°C T^a equivalente : 19,99 °C

C. Sensible : 0 W

Puerta:

Nombre: PORTAH1 Superficie: 2,72 m² K : 1 W/m²°C
 Interior
 Temp. Equivalente : 20 °C C Sen. cond.: 0 W

C. Sensible : 0 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : PA5BC20CA30PY2 Peso : 377,7 Kg/m²
 Orientación : Color : Oscuro

Superfície : 10,79 m² K : 1,42 W/m²°C T^a equivalente : -
0,4658 °C

C. Sensible : -313 W

Cerramientos interiores:

Nombre: PA5BH20EY2 Peso : 391,8 Kg/m²
Superfície : 10,9 m² K : 2,37 W/m²°C T^a equivalente :
19,97 °C

C. Sensible : 0 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 3 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie
sin mov. 1.08 Met

Calor sensible por persona : 94 W Calor latente por persona : 30
W

Como suma locales. Distribución local: Constante50% Factor
de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 207 W C Sen. almac. : 46 W C Lat. inst. : 90
W

C. Latente : 90 W C. Sensible : 253 W

Ventilación: 4 m³/h

C. Latente : -12 W C. Sensible : -32 W

Local: HABITCIÓ2

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : Mur exterior Peso : 927 Kg/m² Orientación :
Sombra Color : Medio
Superfície : 3,68 m² K : 1,59 W/m²°C T^a equivalente : -
0,07191 °C

C. Sensible : -117 W

Cerramientos interiores:

Nombre: LH7 Peso : 102 Kg/m²
Superfície : 11,13 m² K : 2,21 W/m²°C T^a equivalente :
19,99 °C

C. Sensible : 0 W

Puerta:

Nombre: PORTAH2 Superfície: 2,72 m² K : 1 W/m²°C
Interior

Temp. Equivalente : 20 °C C Sen. cond.: 0 W

C. Sensible : 0 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : PA5BC20CA30PY2 Peso : 377,7 Kg/m²
Orientación : Horizontal Sol Color : Medio
Superfície : 9,8 m² K : 1,42 W/m²°C T^a equivalente : -
0,5512 °C

C. Sensible : -285 W

Cerramientos interiores:

Nombre: PA5BH20EY2 Peso : 391,8 Kg/m²
Superfície : 9,8 m² K : 2,37 W/m²°C T^a equivalente : 19,97
°C

C. Sensible : 0 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie sin mov. 1.08 Met

Calor sensible por persona : 94 W Calor latente por persona : 30 W

Como suma locales. Distribución local: Constante 75% Factor de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 51 W C Sen. almac. : 14 W C Lat. inst. : 22 W
C. Latente : 22 W C. Sensible : 65 W

Ventilación: 22,5 m3/h

C. Latente : -67 W C. Sensible : -184 W

Local: HABITACIÓ 3

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Cerramientos al exterior:

Nombre : MG25PU5LH7 Peso : 781,8 Kg/m2 Orientación : Sur Color : Medio

Superficie : 6,8 m2 K : 0,39 W/m2°C Tª equivalente : -0,1417 °C

C. Sensible : -53 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : MG25PU5LH7 Peso : 781,75 Kg/m2 Orientación : Oeste Color : Medio

Superficie : 6,8 m2 K : 0,3948 W/m2°C Tª equivalente : -0,14 °C

C. Sensible : -54 W

Cerramientos interiores:

Nombre: LH7 Peso : 102 Kg/m2 Superficie: 11,13 m2 K : 2,21 W/m2°C Tª equivalente : 19,99 °C

C. Sensible : 0 W

Cerramientos interiores:

Nombre: LH7 Peso : 102 Kg/m2 Superficie: 6,8 m2 K : 2,21 W/m2°C Tª equivalente : 19,99 °C

C. Sensible : 0 W

Puerta:

Nombre: PORTAH3 Superficie: 2,72 m2 K : 1 W/m2°C Interior

Temp. Equivalente : 20 °C C Sen. cond.: 0 W

C. Sensible : 0 W

Cerramientos al exterior:

Nombre : BC25HA12PC06FV09 Peso : 413,2 Kg/m2 Orientación : Color : Medio

Superficie : 10,63 m2 K : 0,2148 W/m2°C Tª equivalente : 0,0852 °C

C. Sensible : -45 W

Cerramientos interiores:

Nombre: PA5LH20FV6CA30PY2 Peso : 318,4 Kg/m2 Superficie: 10,63 m2 K : 0,3978 W/m2°C Tª equivalente : 20 °C

C. Sensible : 0 W

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 2 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie
sin mov. 1.08 Met

Calor sensible por persona : 94 W Calor latente por persona : 30
W

Como suma locales. Distribución local: Constante 75% Factor
de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 51 W C Sen. almac. : 14 W C Lat. inst. : 22 W
C. Latente : 22 W C. Sensible : 65 W

Ventilación: 37,5 m3/h

C. Latente : -113 W C. Sensible : -307 W

Local: LAVABO

Condiciones interiores Ts : 20 °C Hr : 40 %

Ocupantes:

Nº Máx. ocupantes: 1 Actividad: Sentado trab.muy ligero /De pie
sin mov. 1.08 Met

Calor sensible por persona : 94 W Calor latente por persona : 30
W

Como suma locales. Distribución local: Constante 100% Factor
de simultaneidad : 100 %

C Sen. inst. : 69 W C Sen. almac. : 18 W C Lat. inst. : 30 W
C. Latente : 30 W C. Sensible : 87 W

Ventilación: 32 m3/h

C. Latente : -96 W C. Sensible : -262 W

Propia Instalación Edificio : Porcentaje 6 (%)

C. Latente : 0 W C. Sensible : 340 W

Mayoración Edificio : Coef Seguridad 5 (%)

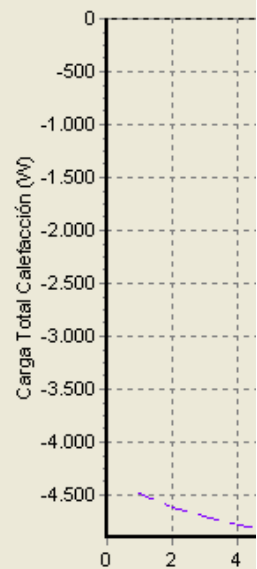
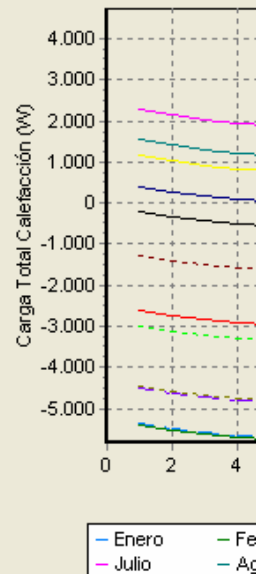
C. Latente : -11 W C. Sensible : -268 W

SUMA: C. Latente: -225 W C. Sensible: -5609 W

Factor de calor sensible = 0,96 Calor Total = -5834 W

Ratio Total : -61 W/m2 Ratio Sensible : -58 W/m2

Eliminado: 1



2.1.2.- Instal·lació solar tèrmica per calefacció i ACS.

En aquest apartat es definiran tots els càlculs i equacions per tal de calcular l'energia tèrmica requerida per obtenir aigua calenta sanitària durant tot l'any i calefacció en els mesos d'hivern. També es mostraran els resultats obtinguts i les diferents consideracions que s'han tingut en compte.

2.1.2.1.- Energia necessària per calefacció.

Per tal de calcular les càrregues de calefacció es seguirà el mètode graus-dia (degrees-day-method). Aquest mètode es basa en que la quantitat de calor necessària per mantenir una temperatura interior confortable depèn, principalment, de la diferència de temperatures interior i exterior. La càrrega de calefacció mensual, L_{cal} , per a un edifici mantingut a 18°C es suposa proporcional al número de graus-dia durant el mes, relacionat en l'equació 2.2:

$$L_{CAL} = U \cdot A \cdot DD \cdot \Delta t \quad (\text{eq. 2.2})$$

| | | |
|-----|-------------|---|
| On: | L_{CAL} | és la càrrega mensual de calefacció, en J/mes |
| | $U \cdot A$ | és el producte de l'àrea de l'edifici pel coeficient global de pèrdues del mateix, en W/°C. |
| | DD | és el nombre de graus-dia del mes, °C |
| | Δt | és el nombre de segons en un mes. |

El nombre de dies-graus en un dia és la diferència entre 15°C i la temperatura mitja del dia, calculada com la mitja de les temperatures màxima i mínima d'aquell dia. Quan la temperatura mitja del dia és superior a 15°C el nombre de graus-dia és 0, ja que es considera que amb l'energia interna generada i el guany de radiació solar de les finestres es suficient per fer arribar la temperatura interior a 18°C; considerada temperatura de confort.

Segons dades extretes dels apunts "Producció de l'energia tèrmica. Fred i calor industrial. Dra. Lluïsa Cabeza" els valors DD de cada mes per la ciutat de Lleida són els reflectits en la taula 2.3.

Eliminado: 1

| Mes | Ge | Fe | Ma | Ab | Mg | Ju | Jl | Ag | St | Oc | Nv | De |
|-----|-------|-------|-------|------|------|-----|----|----|-----|------|-------|-------|
| DD | 300,3 | 204,4 | 156,8 | 74,5 | 14,3 | 0,2 | 0 | 0 | 2,0 | 41,0 | 174,2 | 302,4 |

Taula 2.3: Valors DD en base 15°C per Lleida ciutat.

Eliminado: 1

El valor més difícil d'aconseguir és el del producte U·A, necessari per poder conèixer L_{cal} de cada mes. Podem aïllar U·A de l'equació 2.2:

$$U \cdot A = \frac{L_{CAL}}{DD \cdot \Delta t} \quad (\text{eq. 2.3})$$

Per conèixer el valor U·A necessitaríem conèixer la demanda d'energia de calefacció per a mínim un mes. Aquest valor s'obté gràcies al resultat del càlcul previ de càrregues tèrmiques per calefacció de l'apartat (2.1.1) realitzat amb el programa DpClima. El programa ens permet calcular la potència calorífica necessària de calefacció així com ens mostra en una gràfica la potència tèrmica per cada hora d'un dia per tots els mesos d'un any (Fig. 2.3).

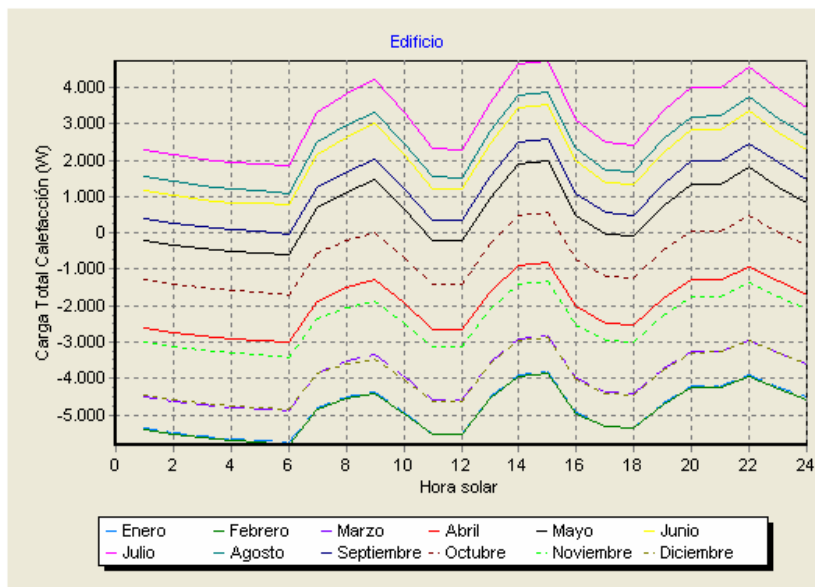


Figura 2.3: Potència calorífica anual.

Seguint el mètode graus-dies i a partir d'aquestes dades, es calcularà la necessitat d'energia de calefacció per cada mes de l'any. Primerament, per tal de calcular el valor U·A, escollim el mes de març com a referència. Calculem l'energia tèrmica total d'un dia sumant el resultat de multiplicar la potència en W de cada hora pel nombre de segons en una hora, obtenint així els resultats en J.

Els resultats obtinguts es mostren en la taula 2.4:

Eliminado: 2

| Hora | kW | MJ | Hora | kW | MJ | Hora | kW | MJ | Hora | kW | MJ |
|---------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 4,5 | 16,2 | 7 | 3,8 | 13,68 | 13 | 3,5 | 12,6 | 19 | 3,8 | 13,7 |
| 2 | 4,6 | 16,6 | 8 | 3,5 | 12,6 | 14 | 3,0 | 10,8 | 20 | 3,25 | 11,7 |
| 3 | 4,7 | 16,9 | 9 | 3,25 | 11,7 | 15 | 2,9 | 10,4 | 21 | 3,2 | 11,5 |
| 4 | 4,75 | 17,1 | 10 | 4,0 | 14,4 | 16 | 4,0 | 14,4 | 22 | 3,0 | 10,8 |
| 5 | 4,8 | 17,3 | 11 | 4,5 | 16,2 | 17 | 4,3 | 15,5 | 23 | 3,25 | 11,7 |
| 6 | 4,9 | 17,6 | 12 | 4,5 | 16,2 | 18 | 4,25 | 15,3 | 24 | 3,5 | 12,6 |
| TOTAL=337,48 MJ/dia | | | | | | | | | | | |

Taula 2.4: Energia de calefacció consumida en un dia de març.

Eliminado: 2

Amb aquest resultat i segons l'equació 2.2 el valor del producte U·A és 24,92W/°C. Aquest és un valor que es manté constant al llarg de l'any, ja que depèn de les propietats físiques de l'edifici, un cop s'ha aconseguit trobar el seu valor, es passa a calcular l'energia diària de cada mes, anomenada fins ara com Lcal. Per fer-ho s'utilitzarà l'equació 2.2, tenint però compte amb les unitats, obtenint MJ/dia, i per tant MJ/mes si es multiplica pel nombre de dies de cada mes. El resum de dades i càlculs es mostren en la taula 2.5. No es prenen valors de maig a octubre, ja que degut a la bona climatologia, no es preveu usar la calefacció durant aquests mesos.

Eliminado: 3

| MES | DD[°C] | LCAL[MJ/dia] | DiesMes | LCAL[MJ/mes] |
|--------|--------|--------------|---------|--------------|
| GENER | 300,3 | 646,6 | 31 | 20.043,7 |
| FEBRER | 204,4 | 440,1 | 28 | 12.322,5 |

| MES | DD[°C] | LCAL[MJ/dia] | DiesMes | LCAL[MJ/mes] |
|------------------------------|--------|--------------|---------|--------------|
| MARÇ | 156,8 | 337,6 | 31 | 10.465,7 |
| ABRIL | 74,5 | 160,4 | 30 | 4.812,2 |
| MAIG | 14,3 | 30,8 | 31 | - |
| JUNY | 0,2 | 0,41 | 30 | - |
| JULIOL | 0 | 0 | 31 | - |
| AGOST | 0 | 0 | 31 | - |
| SETEMBRE | 2 | 0,71 | 30 | - |
| OCTUBRE | 41 | 88,3 | 31 | - |
| NOVEMBRE | 174,2 | 375,1 | 30 | 11.252 |
| DESEMBRE | 302,4 | 651,1 | 31 | 20.183,9 |
| TOTAL=79.080,0 MJ/any | | | | |

Taula 2.5: Càrregues calefacció.

2.1.2.2.- Energia necessària per ACS.

L'Ordenança reguladora de la incorporació de sistemes d'energia solar per a usos tèrmics al municipi de Lleida, que va entrar en vigor l'1 de desembre de 2005, regula l'obligació d'instal·lar plaques solars per produir el 60 % o més de la demanda d'aigua calenta sanitària als edificis i a les construccions situats al terme municipal de Lleida. Aquesta ordenança afecta les noves edificacions i construccions i també les rehabilitacions o reformes integrals, els canvis d'ús i les piscines cobertes de nova construcció, i qualsevol altre ús que impliqui la utilització d'aigua calenta sanitària. Tot i que si es consulta el CTE el valor d'ACS a produir és de 50%, es pren el valor marcat per l'Ordenança municipal a Lleida ja que és més restrictiu.

La demanda mitja d'aigua calenta sanitària en litres/dia depèn segons el tipus i la finalitat de l'edifici. Aquests paràmetres es troben establerts en l'exigència HE-4 del Codi Tècnic de l'Edificació i es mostren en la taula 2.6:

Eliminado: 4

| CRITERI DE DEMANDA | LITRES ACS / DIA A 60° C |
|--|--------------------------|
| Habitatges unifamiliars | 30 l per persona |
| Habitatge en edifici plurifamiliar | 22 l per persona |
| Hospitals i clíniques | 55 l per lit |
| Hotels de 4 i 5 estrelles | 70 l per persona |
| Hotels de 3 estrelles | 55 l per persona |
| Hotels de 1 i 2 estrelles | 40 l per persona |
| Residències (geriàtriques, estudiants, etc.) | 55 l per persona |
| Centres d'ensenyament | 3 l per persona |
| Casernes | 20 l per persona |
| Industrial | 15 l per persona |
| Piscines, polisportius i gimnasos | 20 l per usuari |
| Edificis d'oficines | 3 l per persona |
| Presons | 20 l per persona |

Taula 2.6: Valors demanda d'ACS segons tipus edifici

Eliminado: 4

L'edifici sobre el que es realitza l'estudi és una casa unifamiliar, amb 4 habitants. Consultant el CTE s'observa que hi ha uns factors de correcció en el recompte de persones, no es tenen en compte les persones sinó el nombre de dormitoris. En el cas d'aquest projecte hi ha 3 dormitoris, que correspon a 4 persones (coincideix amb el nombre real de persones que hi viuen) .Segons la taula 2.6 el valor a prendre com a referència és de 30 litres/dia per persona, per tant surten 120 litres/dia a 60°C. Es calcularà la càrrega mensual d'escalfament de l'ACS amb l'equació 2.4:

Eliminado: 4

Eliminado: Calcarem

$$L_{ACS} = 30 \cdot \left(\frac{L}{persidia} \right) \cdot (\text{nombrehabitants}) \cdot N \cdot \rho_{H2O} \cdot C_{PH2O} \cdot (T_{ACS} - T_{XARXA}) \quad (\text{eq. 2.4})$$

On N són els dies del mes

ρ_{H2O} és la densitat de l'aigua [1kg/l]

C_{PH2O} és la capacitat calorífica de l'aigua [4,18 kJ/kg·K]

$(T_{ACS} - T_{XARXA})$ és el salt tèrmic entre la temperatura de l'aigua de la xarxa (valors extrets de la taula 2.5) i la temperatura de subministrament (60°C)

| Mes | Ge | Fe | Ma | Ab | Mg | Ju | Jl | Ag | St | Oc | Nv | De |
|--------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| T _{xarxa} | 5°C | 6°C | 8°C | 10°C | 11°C | 12°C | 13°C | 12°C | 11°C | 10°C | 8°C | 5°C |

Taula 2.7: Mitja mensual temperatura aigua xarxa a Lleida.

Eliminado: 5

Els resultats de calcular la càrrega d'aigua calenta sanitària a escalfar cada mes, i el total anual queden reflectits en la taula 2.8.

Eliminado: queda

Eliminado: 6

| MES | N | T _{xarxa} (°C) | L _{ACS} (MJ/mes) |
|--------------|----|-------------------------|---------------------------|
| Gener | 31 | 5 | 856,66 |
| Febrer | 28 | 6 | 759,69 |
| Març | 31 | 8 | 809,93 |
| Abril | 30 | 10 | 753,66 |
| Maig | 31 | 11 | 763,21 |
| Juny | 30 | 12 | 723,51 |
| Juliol | 31 | 13 | 732,06 |
| Agost | 31 | 12 | 747,63 |
| Setembre | 30 | 11 | 738,59 |
| Octubre | 31 | 10 | 778,78 |
| Novembre | 30 | 8 | 783,81 |
| Desembre | 31 | 5 | 856,66 |
| TOTAL | | | 9304,18 |

Taula 2.8: Energia necessària per ACS.

Eliminado: 6

2.1.2.3 Energia total de calefacció i ACS.

Per tal de conèixer l'energia necessària es farà la combinació de l'energia per calefacció i ACS. Amb aquests resultats es trobarà la demanda total d'energia que s'intentarà abastir amb els captadors a instal·lar. Els resultats d'aquesta combinació es mostren en la taula 2.9. Tot i aquesta combinació, en la

Eliminado: 7

instal·lació solar tèrmica hi hauran dos línies diferenciades. Ja que segons normativa l'ACS ha de tenir circuit propi i estar separada del circuit de calefacció.

| MES | L_{cal} (MJ/mes) | L_{ACS} (MJ/mes) | TOTAL (MJ/mes) |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| Gener | 20.043,7 | 856,66 | 20.900,36 |
| Febrer | 12.322,5 | 759,69 | 13.082,19 |
| Març | 10.465,7 | 809,93 | 11.275,63 |
| Abril | 4.812,2 | 753,66 | 5.565,86 |
| Maig | - | 763,21 | 763,21 |
| Juny | - | 723,51 | 723,51 |
| Juliol | - | 732,06 | 732,06 |
| Agost | - | 747,63 | 747,63 |
| Setembre | - | 738,59 | 738,59 |
| Octubre | - | 778,78 | 778,78 |
| Novembre | 11.252 | 783,81 | 12.035,81 |
| Desembre | 20.183,9 | 856,66 | 21.040,56 |
| TOTAL=88.384,19 MJ/any. | | | |

Taula 2.9: Resum demanda d'energia total anual.

Eliminado: 7

2.1.3.- Càlcul energia solar incident.

Eliminado: de l'energia solar incident.

Com s'ha dit anteriorment el Sol és una gran font d'energia inesgotable de la qual es pot treure un gran profit. Per poder fer els diferents càlculs sobre les instal·lacions a estudiar, abans s'hauran de definir alguns paràmetres solars, i es calcularà la radiació rebuda i aprofitable a la zona d'estudi, Lleida.

S'anomena G_{sc} a la constant solar que ens indica l'energia del Sol per unitat de temps rebuda en una unitat de superfície perpendicular a la direcció de propagació de la radiació, a una distància mitja de la Terra al Sol, fora

Eliminado: d'àrea

d'atmosfera. Aquest valor s'ha pres com $G_{sc} = 1353 \text{ W/m}^2$. Es necessita calcular el nivell de radiació sobre una superfície inclinada, per això es calcularà la mitjana mensual de radiació diària sobre una superfície inclinada H . Abans, però s'ha de definir tot un seguit de conceptes, paràmetres i variables que s'empraran en aquests càlculs.

- Latitud geogràfica $[\Phi]$ és l'arc de meridià contat des de l'equador terrestre al punt on es troba el lloc que s'observa. Es mesura en graus i el seu valor és sempre menor a 90° . S'anomena latitud Nord quan el punt observat es troba a l'hemisferi Nord i latitud Sud quan es troba a l'hemisferi Sud.

- Azimut $[\gamma]$ és l'angle mesurat sobre l'horitzó que es forma amb el punt cardinal sud i la projecció vertical del Sol. Aquest angle es mesura en sentit horari des del Sud.

- Inclinació de la superfície $[\beta]$ és la inclinació de la superfície sobre la que incideix la radiació respecte del pla horitzontal. Aquesta inclinació es mesura en graus. En aquest cas, i com queda justificat en l'apartat 2.1.5 d'aquest annex, es prendrà un valor de 25° .

- Dia significatiu del mes $[n]$ aquests dies són els que es considera que reben la radiació solar diària igual a la mitjana del mes al que corresponen. Per a cadascun dels mesos de l'any hi ha un dia significatiu, reflectit en la taula 2.10.

Eliminado: 1

| MES | DIA DE L'ANY (n) | DATA |
|--------|------------------|-----------|
| GENER | 17 | 17 GENER |
| FEBRER | 47 | 16 FEBRER |
| MARÇ | 75 | 16 MARÇ |
| ABRIL | 105 | 15 ABRIL |
| MAIG | 135 | 15 MAIG |
| JUNY | 162 | 11 JUNY |

| MES | DIA DE L'ANY (n) | DATA |
|----------|------------------|-------------|
| JULIOL | 196 | 17 JULIOL |
| AGOST | 228 | 16 AGOST |
| SETEMBRE | 258 | 15 SETEMBRE |
| OCTUBRE | 288 | 15 OCTUBRE |
| NOVEMBRE | 318 | 14 NOVEMBRE |
| DESEMBRE | 344 | 10 DESEMBRE |

Taula 2.10: Dies significatius per mes de l'any

- Declinació solar [δ] és l'angle, mesurat en graus, que forma el pla equatorial i la línia que uneix els centres del Sol i la Terra. Aquesta línia varia a cada instant. La declinació és 0° en els equinoccis de primavera i tardor i de $\pm 23.5^\circ$ en el solstici d'estiu i hivern respectivament. Al ser un valor variable, es necessita calcular el seu valor pels diferents mesos de l'any. El càlcul d'aquesta variable ve donat per l'equació 2.5 i els resultats són els mostrats en la taula

2.11.

Eliminado: 2

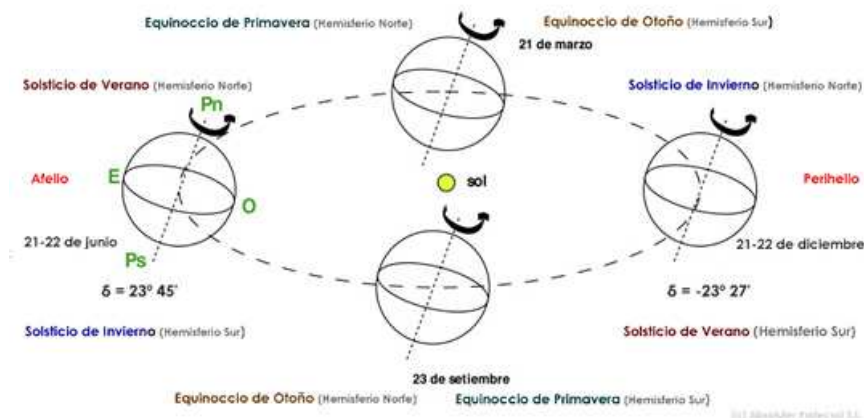


Figura 2.4: Esquema declinació solar.

Eliminado: .

Eliminado: 3

$$\delta \cong 23,45^\circ \cdot \sin \left[360 \cdot \left(\frac{284 + n}{365} \right) \right] \quad (\text{eq. 2.5})$$

on n és els dies significatius de l'any.

| MES | n | $\delta(^{\circ})$ | MES | N | $\delta(^{\circ})$ |
|--------|-----|--------------------|----------|-----|--------------------|
| GENER | 17 | -20,91 | JULIOL | 198 | 21,18 |
| FEBRER | 47 | -12,95 | AGOST | 228 | 13,45 |
| MARÇ | 75 | -2,41 | SETEMBRE | 258 | 2,21 |
| ABRIL | 105 | 9,41 | OCTUBRE | 288 | -9,59 |
| MAIG | 135 | 18,79 | NOVEMBRE | 318 | -18,91 |
| JUNY | 162 | 23,08 | DESEMBRE | 344 | -23,04 |

Taula 2.11: Declinació solar

Eliminado: 2

- Mitjana mensual de radiació solar diària en superfície horitzontal $[\bar{H}]$ valor que s'aconsegueix per mitjà d'estacions de mesura. Els valors són recollits en taules, com la de Lleida, mostrats en la taula 2.12.

Eliminado: 3

| Mes | Ge | Fe | Ma | Ab | Mg | Ju |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| \bar{H} (kJ/m ² ·dia) | 6078 | 12168 | 15592 | 19226 | 21954 | 24262 |
| Mes | Jl | Ag | St | Oc | Nv | De |
| \bar{H} (kJ/m ² ·dia) | 24638 | 21340 | 16740 | 11980 | 6302 | 4006 |

Taula 2.12: Mitjana mensual radiació diària sup. Horitzontal a Lleida

Eliminado: 3

- Índex de nuvolositat $[\bar{K}_T]$ és el coeficient de transmissió de l'atmosfera que relaciona la fracció difusa de la radiació total mitjana mensual amb la mitjana

mensual de radiació solar extraterrestre. Els diferents valors que pren en cada mes de l'any es tabulen en taules, l'índex de nuvolositat per Lleida s'indica en la taula 2.13.

Eliminado: 4

Eliminado: 1

| Mes | Ge | Fe | Ma | Ab | Mg | Ju | Jl | Ag | St | Oc | Nv | De |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\overline{K_T}$ | 0,44 | 0,62 | 0,58 | 0,56 | 0,53 | 0,58 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,54 | 0,40 | 0,32 |

Taula 2.13: Índex nuvolositat mensual a Lleida.

Eliminado: 4

- Angle horari [ω_s] és mesura en grau i indica el moment del dia. Es defineix zero en el moment del migdia solar local i augmenta 15° cada hora per arribar al migdia solar. Es calcula amb l'equació 2.6, els resultats obtinguts per Lleida es mostren a la taula 2.14.

Eliminado: 5

$$\omega_s = \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta) \quad (\text{eq. 2.6})$$

on ϕ és la latitud geogràfica i
 δ és la declinació.

| MES | ω_s | MES | ω_s |
|--------|------------|----------|------------|
| GENER | 70,15 | JULIOL | 110,14 |
| FEBRER | 78,21 | AGOST | 102,27 |
| MARÇ | 87,85 | SETEMBRE | 91,97 |
| ABRIL | 98,47 | OCTUBRE | 81,36 |
| MAIG | 107,60 | NOVEMBRE | 72,28 |
| JUNY | 112,25 | DESEMBRE | 67,79 |

Taula 2.14: Angle horari per Lleida.

Eliminado: 5

- Angle horari superfície inclinada $[\omega'_s]$ és la mida que relaciona el temps solar amb la posició celeste del Sol. Es mesura en graus mitjançant l'equació 2.6. Els resultats obtinguts es mostren en les taules de 2.17 a 2.22.

$$\omega'_s = \min[\omega_s, \arccos(-\tan(\phi - \beta) \cdot \tan \delta)] \quad (\text{eq. 2.6})$$

- Radiació solar sobre superfície inclinada $[\overline{H_T}]$ així com la radiació solar sobre una superfície horitzontal es troba tabulada, per una superfície inclinada no existeix cap tipus de taula. S'ha de tenir en compte l'angle β que forma la superfície amb l'horitzontal i l'orientació γ respecte el sud. Es calcula en MJ/m²·dia. Per tal d'obtenir valors numèrics es fa ús de l'equació 2.7. Els resultats obtinguts es mostren en les taules de 2.17 a 2.22.

$$\overline{H_T} = \overline{H} \cdot \overline{R} \quad (\text{eq. 2.7})$$

on \overline{H} és mitjana mensual de radiació diària sobre superfície horitzontal

\overline{R} és quocient entre la mitjana mensual de radiació diària sobre la superfície del captador i la superfície horitzontal per a cada mes.

- Quocient entre la mitjana mensual de radiació diària sobre la superfície del captador i la superfície horitzontal per a cada mes \overline{R} . S'avalua segons equació 2.8.

$$\overline{R} = \underbrace{\left(1 - \frac{\overline{H_d}}{\overline{H}}\right)}_{\text{comp.directa}} \cdot \overline{R_b} + \underbrace{\left(\frac{\overline{H_d}}{\overline{H}}\right)}_{\text{comp.difusa}} \cdot \underbrace{\left(\frac{1 + \cos \beta}{2}\right)}_{\text{comp.reflectida}} + \underbrace{\rho \cdot \left(\frac{1 - \cos \beta}{2}\right)}_{\text{comp.reflectida}} \quad (\text{eq. 2.8})$$

on $\overline{H_d}$ és mitjana mensual radiació difusa diària sup.

Eliminado: .

Eliminado:

horitzontal

$\overline{R_b}$ és quocient entre mitjana mensual de radiació directa sobre superfície inclinada i una superfície horitzontal
 ρ és la reflectància del sòl. (0,2 a 0,7).

- Quocient entre mitjana mensual de radiació directa sobre superfície inclinada i una superfície horitzontal $\overline{R_b}$. Aquest valor es calcula mitjançant l'equació 2.9.

$$\overline{R_b} = \frac{\cos(\phi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_s' + (\pi/180) \cdot \omega_s' \cdot \sin(\phi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_s + (\pi/180) \cdot \omega_s \cdot \sin \phi \sin \delta} \quad (\text{eq. 2.9})$$

- Radiació solar difusa $\overline{H_d}$ valor que depèn de les condicions meteorològiques, difícil de calcular. Segons la correlació de Liu i Jordan una manera de conèixer el seu valor és amb l'equació 2.10.

$$\frac{\overline{H_d}}{\overline{H}} = 1,39 - 4,027 \cdot \overline{K_T} + 5,531 \cdot \overline{K_T}^2 - 3,18 \cdot \overline{K_T}^3 \quad (\text{eq. 2.10})$$

El valor de la radiació solar difusa és un valor necessari pel càlcul de \overline{R} . Tant el valor de la radiació solar sobre una superfície plana \overline{H} (taula 2.12) com l'índex de nuvolositat $\overline{K_T}$ (taula 2.13) són valors coneguts. Els resultats es mostren en la taula 2.15.

Eliminado: 6

| MES | $\overline{H_d}$ (MJ/M ² dia) | $\frac{\overline{H_d}}{\overline{H}}$ |
|--------|--|---------------------------------------|
| GENER | 2,58 | 0,42 |
| FEBRER | 3,39 | 0,28 |
| MARÇ | 4,81 | 0,31 |

| MES | $\overline{H_d}$ (MJ/M ² dia) | $\frac{\overline{H_d}}{\overline{H}}$ |
|----------|--|---------------------------------------|
| ABRIL | 6,22 | 0,32 |
| MAIG | 7,61 | 0,35 |
| JUNY | 7,49 | 0,31 |
| JULIOL | 7,05 | 0,29 |
| AGOST | 6,43 | 0,30 |
| SETEMBRE | 5,29 | 0,32 |
| OCTUBRE | 4,06 | 0,34 |
| NOVEMBRE | 2,93 | 0,47 |
| DESEMBRE | 2,27 | 0,57 |

Taula 2.15. Valors radiació solar difusa a Lleida.

Eliminado: 6

- Reflectància del sol ρ és un coeficient adimensional que indica la capacitat que té el sol de reflectir l'energia. El seu valor oscil·la entre 0,2 fins a 0,7, valor d'una superfície coberta de neu. Com a referència prendrem el valor intermig 0,45.

- Irradiació solar mitjana I_s sobre la superfície d'estudi, varia amb la radiació rebuda i l'angle de la superfície amb l'horitzó. Es calcula mitjançant l'equació 2.11.

$$I_s = \frac{\overline{H_r} [MJ/(m^2 \cdot dia)] N [dia/mes] 10^6 J}{HoresMes [hores/mes] 1MJ} \cdot \frac{1h}{3600s} \quad (\text{eq. 2.11})$$

- Nombre de dies de cada mes N i nombre d'hores de Sol de cada mes HoresMes. Els dies i les hores que tenen cada mes queden indicats en la taula 2.16. Les HoresMes s'obtenen d'un estudi realitzat per L'Institut Nacional de Meteorologia (INM).

Eliminado: DiesMes

Eliminado: 7

| Mes | Ge | Fe | Ma | Ab | Mg | Ju | Jl | Ag | St | Oc | Nv | De |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| <u>N</u> | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| HoreMes | 116 | 167 | 226 | 248 | 279 | 313 | 348 | 313 | 250 | 200 | 137 | 96 |

Eliminado: DiesMes

Eliminado: 7

Taula 2.16: Hores de sol i dies de cada mes

Un cop queden definits tots els paràmetres anteriors i calculats alguns dels seus valors, es pot passar a calcular la radiació i irradiació per diferents inclinacions de superfícies per captadors. Aquest càlculs permetran decidir quina és la inclinació òptima que caldrà donar a la superfície captadora, per tal que els mesos d'hivern, amb més demanda i menys radiació, sigui màxima l'aportació energètica. La inclinació inicial de la teulada són 25° , per tant es començarà a 25° i s'anirà variant primer 5° fins arribar a 30° i després de 10° en 10° fins arribar a 70° . Es calculen tots els paràmetres necessaris i s'indiquen en les taules que es mostren a continuació (taula 2.17 a 2.22).

Eliminado: 8

Eliminado: 14

Superfície a 25°

| MES | $\omega's (^\circ)$ | Rb | R | HT[MJ/dia·m ²] | Is [W/m ²] |
|----------|---------------------|-------|-------|----------------------------|------------------------|
| GENER | 70,15 | 1,956 | 1,552 | 9,435 | 700,411 |
| FEBRER | 78,21 | 1,621 | 1,456 | 17,718 | 825,199 |
| MARÇ | 87,85 | 1,334 | 1,237 | 19,304 | 735,532 |
| ABRIL | 92,84 | 1,117 | 1,085 | 20,871 | 701,307 |
| MAIG | 95,83 | 0,994 | 1,001 | 21,972 | 678,154 |
| JUNY | 97,31 | 0,946 | 0,969 | 23,511 | 625,954 |
| JULIOL | 96,64 | 0,966 | 0,984 | 24,239 | 599,791 |
| AGOST | 94,09 | 1,061 | 1,049 | 22,394 | 616,093 |
| SETEMBRE | 90,66 | 1,238 | 1,169 | 19,567 | 652,247 |
| OCTUBRE | 81,36 | 1,516 | 1,346 | 16,130 | 694,479 |
| NOVEMBRE | 72,28 | 1,857 | 1,457 | 9,181 | 558,467 |
| DESEMBRE | 67,79 | 2,077 | 1,462 | 5,864 | 525,972 |

Taula 2.17: Inclinació superfície captadora 25°C .

Superfície a 30°

| MES | $\omega's$ (°) | R _b | R | HT [MJ/dia·m ²] | Is [W/m ²] |
|----------|----------------|----------------|-------|-----------------------------|------------------------|
| GENER | 70,15 | 2,108 | 1,640 | 9,970 | 740,140 |
| FEBRER | 78,21 | 1,711 | 1,525 | 18,555 | 864,179 |
| MARÇ | 84,98 | 1,368 | 1,264 | 19,718 | 751,299 |
| ABRIL | 84,98 | 1,108 | 1,082 | 20,799 | 698,892 |
| MAIG | 84,98 | 0,960 | 0,981 | 21,524 | 664,329 |
| JUNY | 84,98 | 0,901 | 0,941 | 22,834 | 607,935 |
| JULIOL | 84,98 | 0,926 | 0,958 | 23,616 | 584,360 |
| AGOST | 84,98 | 1,040 | 1,038 | 22,148 | 609,330 |
| SETEMBRE | 84,98 | 1,253 | 1,182 | 19,781 | 659,380 |
| OCTUBRE | 81,36 | 1,587 | 1,396 | 16,722 | 719,970 |
| NOVEMBRE | 72,28 | 1,990 | 1,529 | 9,630 | 585,749 |
| DESEMBRE | 67,79 | 2,252 | 1,536 | 6,158 | 552,325 |

Eliminado: HT

Eliminado: Is

Taula 2.18: Inclinació superfície captadora 30°C.

Superfície 40°

| MES | $\omega's (^{\circ})$ | Rb | R | HT[MJ/dia·m ²] | Is [W/m ²] |
|----------|-----------------------|-------|-------|----------------------------|------------------------|
| GENER | 70,15 | 2,363 | 1,788 | 10,870 | 806,933 |
| FEBRER | 78,21 | 1,853 | 1,635 | 19,901 | 926,866 |
| MARÇ | 87,85 | 1,416 | 1,304 | 20,348 | 775,317 |
| ABRIL | 89,31 | 1,088 | 1,074 | 20,661 | 694,270 |
| MAIG | 89,31 | 0,904 | 0,949 | 20,835 | 643,041 |
| JUNY | 89,31 | 0,832 | 0,900 | 21,843 | 581,561 |
| JULIOL | 89,31 | 0,863 | 0,921 | 22,699 | 561,686 |
| AGOST | 89,31 | 1,003 | 1,020 | 21,757 | 598,571 |
| SETEMBRE | 89,31 | 1,270 | 1,200 | 20,095 | 669,850 |
| OCTUBRE | 81,36 | 1,693 | 1,471 | 17,628 | 758,996 |
| NOVEMBRE | 72,28 | 2,211 | 1,646 | 10,370 | 630,760 |
| DESEMBRE | 67,79 | 2,547 | 1,658 | 6,649 | 596,412 |

Eliminado: HT

Eliminado: Is

Taula 2.19: Inclinació superfície captadora 40°C.

Superfície 50°

| MES | $\omega's (^{\circ})$ | Rb | R | HT[MJ/dia·m ²] | Is [W/m ²] |
|----------|-----------------------|-------|-------|----------------------------|------------------------|
| GENER | 70,15 | 2,546 | 1,895 | 11,520 | 855,202 |
| FEBRER | 78,21 | 1,938 | 1,707 | 20,777 | 967,664 |
| MARÇ | 86,40 | 1,416 | 1,313 | 20,478 | 780,261 |
| ABRIL | 86,40 | 1,028 | 1,041 | 20,026 | 672,906 |
| MAIG | 86,40 | 0,813 | 0,896 | 19,672 | 607,170 |
| JUNY | 86,40 | 0,730 | 0,839 | 20,347 | 541,712 |
| JULIOL | 86,73 | 0,766 | 0,862 | 21,241 | 525,595 |
| AGOST | 87,98 | 0,929 | 0,977 | 20,844 | 573,448 |
| SETEMBRE | 89,67 | 1,244 | 1,191 | 19,932 | 664,400 |
| OCTUBRE | 81,36 | 1,748 | 1,514 | 18,143 | 781,141 |
| NOVEMBRE | 72,28 | 2,365 | 1,727 | 10,882 | 661,935 |
| DESEMBRE | 67,79 | 2,766 | 1,746 | 7,000 | 627,928 |

Eliminado: HT

Eliminado: Is

Taula 2.20: Inclinació superfície captadora 50°C.

Superfície 60°

| MES | $\omega's (^{\circ})$ | Rb | R | HT[MJ/dia·m ²] | Is [W/m ²] |
|----------|-----------------------|-------|-------|----------------------------|------------------------|
| GENER | 70,15 | 2,652 | 1,957 | 11,901 | 883,479 |
| FEBRER | 78,21 | 1,964 | 1,738 | 21,157 | 985,334 |
| MARÇ | 81,86 | 1,361 | 1,285 | 20,050 | 763,960 |
| ABRIL | 81,86 | 0,935 | 0,987 | 18,988 | 638,022 |
| MAIG | 81,86 | 0,700 | 0,830 | 18,219 | 562,311 |
| JUNY | 81,86 | 0,611 | 0,766 | 18,586 | 494,845 |
| JULIOL | 82,60 | 0,649 | 0,791 | 19,480 | 482,014 |
| AGOST | 85,44 | 0,828 | 0,917 | 19,565 | 538,267 |
| SETEMBRE | 89,26 | 1,180 | 1,156 | 19,357 | 645,238 |
| OCTUBRE | 81,36 | 1,750 | 1,523 | 18,249 | 785,734 |
| NOVEMBRE | 72,28 | 2,447 | 1,770 | 11,152 | 678,325 |
| DESEMBRE | 67,79 | 2,900 | 1,796 | 7,201 | 645,917 |

Eliminado: HT

Eliminado: Is

Taula 2.21: Inclinatoria superficie captadora 60°C.

Superfície 70°

| MES | $\omega's (^{\circ})$ | R _b | R | HT[MJ/dia·m ²] | Is [W/m ²] |
|----------|-----------------------|----------------|-------|----------------------------|------------------------|
| GENER | 70,15 | 2,677 | 1,974 | 12,001 | 890,907 |
| FEBRER | 76,68 | 1,916 | 1,717 | 20,894 | 973,087 |
| MARÇ | 76,68 | 1,254 | 1,222 | 19,069 | 726,578 |
| ABRIL | 76,68 | 0,811 | 0,914 | 17,576 | 590,608 |
| MAIG | 76,68 | 0,570 | 0,753 | 16,527 | 510,107 |
| JUNY | 76,68 | 0,478 | 0,686 | 16,631 | 442,797 |
| JULIOL | 77,92 | 0,518 | 0,710 | 17,483 | 432,618 |
| AGOST | 82,58 | 0,704 | 0,842 | 17,966 | 494,270 |
| SETEMBRE | 88,80 | 1,080 | 1,099 | 18,390 | 612,990 |
| OCTUBRE | 81,36 | 1,698 | 1,498 | 17,945 | 772,634 |
| NOVEMBRE | 72,28 | 2,455 | 1,773 | 11,170 | 679,433 |
| DESEMBRE | 67,79 | 2,946 | 1,807 | 7,245 | 649,831 |

Eliminado: HT

Eliminado: Is

Taula 2.22: Inclinació superfície captadora 70°C.

Com observem la màxima radiació anual es troba en inclinacions de 40° i 50°.

Eliminado: ¶

¶

Si es prenen com a referència els mesos d'hivern, aquest valor màxim es centra entre els 50° i 60°. Prenent aquestes dos condicions es determinaria que la inclinació òptima està al voltant dels 50°. Tot i aquesta determinació, s'ha considerat situar els col·lectors amb una inclinació de 25°, la mateixa que la teulada on van instal·lats. Una de les motivacions d'aquesta decisió és l'integritat arquitectònic dels col·lectors amb el conjunt de la casa, l'altra és

evitar un muntatge més complex on haurien d'intervenir estructures més complexes.

Si es té en compte la radiació solar útil que es perd, comparant la inclinació òptima amb la triada, es pot justificar aquesta pèrdua amb l'estalvi que suposa el no fe ús d'estructures més complexes. Aquesta justificació s'especifica en els següent punt de l'annex, 2.1.14, on s'especificarà la normativa a complir.

2.1.4.- Orientació i inclinació dels captadors solars.

L'orientació dels captadors serà al sud, aprofitant una de les vessants de la teulada de la casa. Segons les recomanacions que apareixen a la ITE 10 del RITE, i segons el document d'estalvi d'energia HE-4 del CTE, aquesta orientació és la òptima, admetent com a vàlides desviacions fins a 25°.

Per conèixer l'angle d'inclinació òptim s'ha de tenir en compte la latitud geogràfica, per a Lleida 41,62°, també el període d'ús de la instal·lació. Per conèixer aquest valor és fa ús de la taula 2.23. Per les taules es determina l'angle òptim d'inclinació, però abans ja s'ha esmentat que l'angle escollit és 25°, d'acord amb la inclinació de la teulada. Aquest serà un valor aplicable sempre i quan les pèrdues energètiques no superin el 20% tal i com marca la taula 2.24 donada pel CTE.

Eliminado: 15

| Període d'ús | Inclinació col·lectors β |
|----------------------|--|
| Anual constant | La latitud geogràfica (Φ°) |
| Preferentment hivern | $(\Phi^\circ + 10^\circ)$ |
| Preferentment estiu | $(\Phi^\circ - 10^\circ)$ |

Taula 2.23: Inclinació òptima col·lectors

Eliminado: 14

Eliminado: optima

Tal i com es veu en la taula 2.23, la inclinació òptima dels col·lectors seria 51,62°. Per tal que la decisió de col·locar els col·lectors paral·lels a la pendent de la teulada sigui vàlida, hauran de estar dins els límits de pèrdues possibles. Segons la taula 2.24 per superposició, les pèrdues per variació de l'angle òptim a un que adapti millor els col·lectors al disseny de l'habitatge on s'integren poden arribar a ser fins a un 20%.

Eliminado: 14

Eliminado: 15

| Caso | Tabla 2.4 Pérdidas límite | | |
|----------------------------|---------------------------|---------|-------|
| | Orientación e inclinación | Sombras | Total |
| General | 10 % | 10 % | 15 % |
| Superposición | 20 % | 15 % | 30 % |
| Integración arquitectónica | 40 % | 20 % | 50 % |

Taula 2.24: pèrdues límits

Eliminado: 15

Per tal de quantificar les pèrdues per l'elecció de la inclinació de 25° es farà ús de la figura 2.5 que apareix al CTE.

Eliminado: 4

Eliminado: ¶
¶

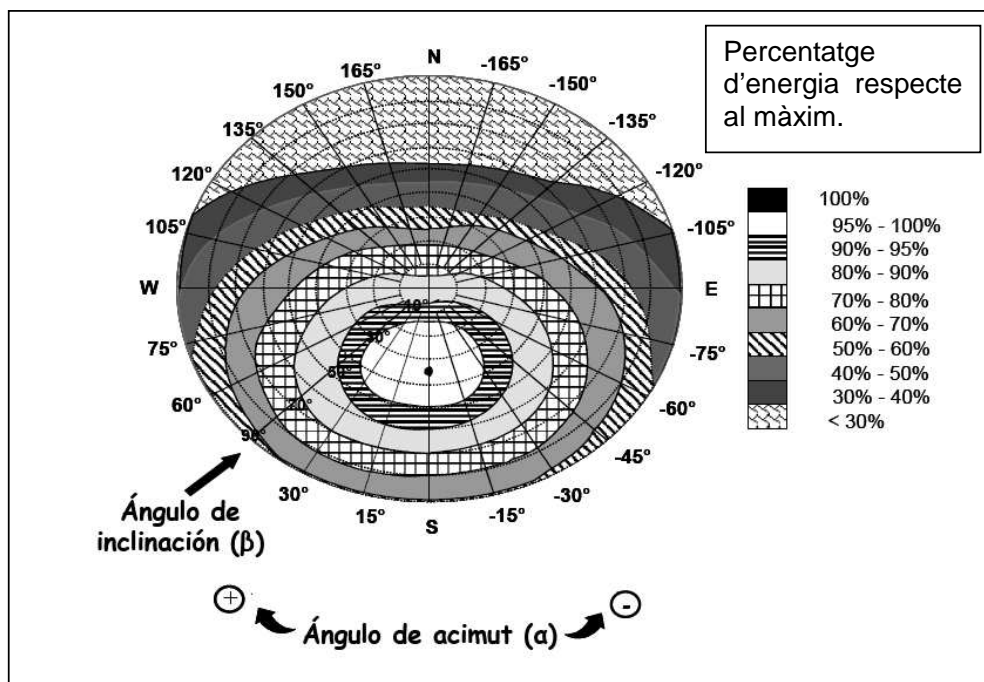


Figura 2.5: Percentatge pèrdues d'energia.

Eliminado: <sp>Figura 2.4: Percentatge pèrdues d'energia.¶

Segons la figura 2.5 el percentatge d'energia que es rebrà amb la inclinació de 25° és de com a mínim el 95%. Si es compara aquesta xifra amb el 20% de pèrdues com a màxim permès es demostra que la inclinació triada és vàlida.

Eliminado: 4

Per tant es poden definir com a vàlids per tots els càlculs els valors de $\beta=25^\circ$ i $\alpha=0^\circ$.

2.1.5.- Selecció del fluid caloportador.

Segons el CTE el fluid caloportador es seleccionarà d'acord amb les especificacions del fabricant dels captadors. Poden ser usats com a fluids en el circuit primari aigua de la xarxa, aigua desmineralitzada o aigua amb additius, segons les característiques climatològiques de l'emplaçament de la instal·lació i de la qualitat de l'aigua. Tal com indica el CTE si el fluid caloportador és diferent de l'aigua s'haurà d'incloure en el projecte la seva composició i el seu calor específic. Les característiques que es demanen al fluid són tenir un pH a 20° C entre 5 i 9, i un contingut en sals on la salinitat no sobrepassi els 500 mg/l de sals solubles.

També s'ha de protegir la instal·lació contra possibles gelades, per això totes les parts exteriors del sistema hauran de poder suportar la temperatura mínima específica sense patir cap tipus de dany permanent. Qualsevol component que hagi de ser instal·lat en un recinte on la temperatura baixi per sota de 0°C haurà de ser protegit contra les gelades. Segons el CTE es protegirà la instal·lació amb un producte químic no tòxic el valor específic del qual no serà inferior a 3 kJ/kg K, en 5°C per sota de la mitja històrica.

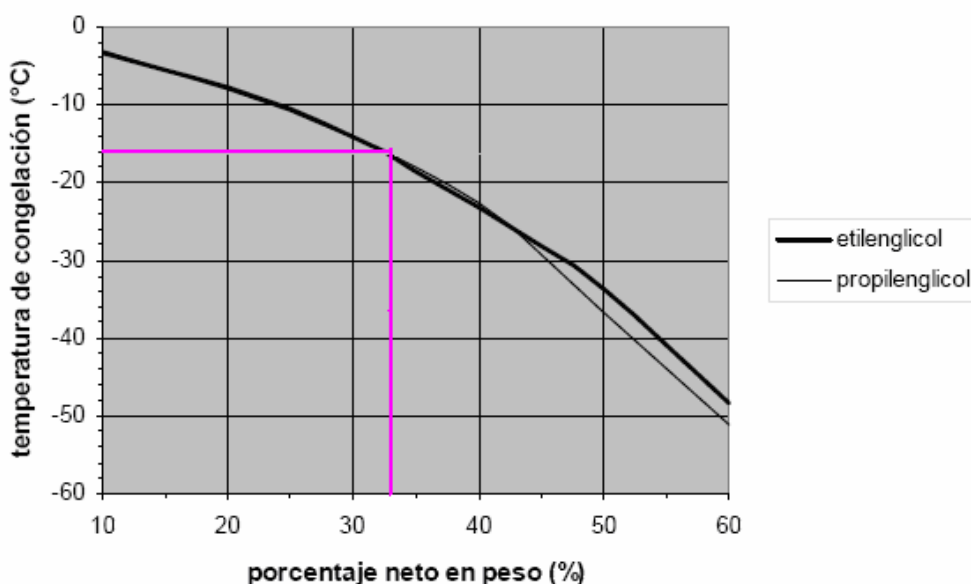
Es determina que el fluid caloportador que s'utilitzarà serà una barreja d'aigua desmineralitzada amb un tant per cent d'anticongelant, per tal que no es congeli amb les baixes temperatures. Els anticongelants més emprats són el

etilenglicol i el propilenglicol, dels dos s'escull el propilenglicol ja que genera un impacte ambiental menor.

La fórmula química del propilenglicol és $C_3H_8O_2$, la seva massa molecular és 76,09 g/mol i densitat de 1,036 g/cm³. El seu punt de fusió es troba a -59°C, mentre que el punt d'ebullició és 188,2°C. El percentatge d'aquesta substància en la mescla amb l'aigua vindrà determinat per la temperatura mínima que ha de suportar el fluid.

Segons dades del Servei Meteorològic de Catalunya, la mitjà de temperatures mínimes de Lleida en els últims anys té un valor de -11°C, com diu el CTE a aquest valor se li ha de restar 5°C (per protecció de la instal·lació). Així la temperatura mínima a la que podrà ser sotmesa la instal·lació són -16°C.

S'ha de determinar el percentatge de cada component de la barreja, l'únic requeriment a tenir en compte és que la barreja pugui suportar fins a -16°C sense arribar-se a congelar. Per tal de donar un valor exacte al percentatge de propilenglicol es farà ús de la [figura 2.6](#) extreta de la ITE 03.2 del RITE.



[Figura 2.6](#): Punt de congelació en funció del percentatge de propilenglicol.

Per tant es demostra que per a que el fluid caloportador estigui suficientment protegit contra el risc de gelada, ha de ser una barreja de 33% de pes net en propilenglicol i 67% de pes net d'aigua desmineralitzada.

2.1.6.- Cabal del circuit primari.

Per poder triar el cabal volumètric que circula pels col·lectors solars es farà ús de la ITE 10.1 del RITE i la UNE 94.101. Aquests diuen que el cabal volumètric del fluid caloportador es determinarà en funció de la superfície de col·lectors instal·lats, el seu valor estarà comprés entre 1,2 l/s i 1,6 l/s per cada 100m² d'àrea de col·lectors. Per tal de poder a dur a terme els càlculs es pren el valor intermig 1,4 l/s per 100m² de captació, que equival a 0,014 l/s·m².

Relacionant aquest cabal volumètric amb la seva densitat, segons equació 2.12, s'obté el cabal màssic del circuit primari.

Eliminado: quest

$$G_{fluid} = G_{vol fluid} \cdot \rho_{fluid} \quad (\text{eq. 2.12})$$

On G_{fluid} és el cabal màssic del circuit primari.
 $G_{vol fluid}$ és el cabal volumètric, 0,014 l/s·m
 ρ_{fluid} és la densitat del fluid caloportador, 1009 kg/m³.

Aplicant l'equació s'obté que el cabal màssic del fluid caloportador en el circuit primari per unitat de captació, equival a 0,015 kg/s·m².

2.1.7.- Selecció del captador.

Per tal d'escollir el captador solar que millor cobreixi les necessitats de la vivenda s'hauran de tenir en compte tant els paràmetres tècnics com el

econòmics. Els captadors es proven, generalment, seguint el procediment recomanat National Bureau of Standards americà i/o els procediments de l'ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers).

Segons aquests assajos es pot calcular el rendiment tèrmic del captador fent ús de l'equació 2.13.

$$\eta = \frac{Q_{\text{útil}}}{I_s \cdot A_c} \quad (\text{eq. 2.13})$$

On η és el rendiment del captador solar

$Q_{\text{útil}}$ és la potència tèrmica que el col·lector transmet al fluid caloportador, mesurat en W.

I_s és la irradiació solar mitjana sobre el col·lector, aquest valor és el calculant en l'apartat 2.1.4 d'aquest annex, en W/m^2 .

A_c és l'àrea o superfície útil de captació del col·lector, mesurada en m^2 .

Per tal de decidir entre tots els models possibles de captadors a instal·lar es farà ús de la variable rati (R), que relaciona el cost amb la potència útil segons l'equació 2.14.

$$R = \frac{C_{uc}}{Q_{\text{útil}}} = \frac{C_{uc}}{\eta \cdot I_s \cdot A_c} \quad (\text{eq. 2.14})$$

On R és el rati cost/potència útil, €/W

C_{uc} és el cost unitari del col·lector, en €.

Per tant es vol trobar el col·lector amb rati cost/potència més baix, que a menor cost proporciona més potència. Com s'extreu de l'equació 2.14 per poder

conèixer la potència útil del captador, abans s'haurà de conèixer el rendiment del mateix. En l'equació 2.15 es mostra la relació del rendiment del col·lector amb els paràmetres característics per a cada model i que cada fabricant obté mitjançant assajos.

$$\eta = a - b \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s} \quad (\text{eq. 2.15})$$

- On
- a és el factor de guany, és un valor adimensional
 - b és el coeficient global de pèrdues, en $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
 - T_e és la temperatura d'entrada del fluid caloportador. S'expressa en $^\circ\text{C}$. Aquest valor es determina com 55°C .
 - T_a és la temperatura ambient mitjana mensual durant les hores de sol al lloc d'estudi. També es dona en $^\circ\text{C}$. Aquests valors s'extreuen del "Manual Técnico de Energías Renovables Salvador Escoda" i es mostren en la taula 2.25

Eliminado: 16

| Mes | Ge | Fe | Ma | Ab | Mg | Jn | Jl | Ag | St | Oc | Nv | Ds |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| T_a | 7 | 10 | 14 | 15 | 21 | 24 | 27 | 27 | 23 | 18 | 11 | 8 |

Taula 2.25: Temperatura ambient mitjana mensual durant hores de sol a Lleida.

Eliminado: 16

Els factors a i b que apareixen en l'equació 2.15 es poden relacionar amb els factors que proporcionen els fabricants de captadors de la següent manera:

$$a = F_R \cdot (\tau \cdot \alpha)$$

$$b = -F_R \cdot U_L$$

També és normal que el rendiment del captador vingui donat en funció de la diferència entre la temperatura mitjana de la placa, T_m , i T_a ; i no en funció de la

diferència $T_e - T_a$ com s'ha vist en l'equació 2.15. Aquesta nova definició del rendiment ve donada per l'equació 2.16.

$$\eta = a' - b' \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s} \quad (\text{eq. 2.16})$$

Donat aquest cas, i coneixent el cabal del fluid circulat pel captador, es pot obtenir un coeficient de correcció K, mitjançant l'equació 2.17, per tal d'obtenir la corba de rendiment en funció de la diferència $T_e - T_a$.

$$K = \frac{G_{\text{fluid}} \cdot C_{p_f}}{G_{\text{fluid}} \cdot C_{p_f} - \left(\frac{\text{pendent}}{2} \right)} \quad (\text{eq. 2.17})$$

on K és el coeficient de correcció.

G_{fluid} és el cabal màssic del fluid caloportador primari, en $\text{kg/s} \cdot \text{m}^2$

C_{p_f} és el calor específic del fluid caloportador, en $\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$.

Així els valors corregits $F_R \cdot (\tau \cdot \alpha)$ i $F_R \cdot U_L$ s'obtenen aplicant el factor K com:

$$(F_R \cdot U_L)_{\text{corregit}} = K \cdot (F_R \cdot U_L) \quad (\text{eq. 2.18})$$

$$(F_R \cdot (\tau \cdot \alpha))_{\text{corregit}} = K \cdot (F_R \cdot (\tau \cdot \alpha)) \quad (\text{eq. 2.19})$$

Per tal de poder decidir quins és el captador més adequat a la instal·lació es farà un estudi entre 4 models de captadors diferents. A partir de les dades extretes dels catàlegs dels fabricants i distribuïdors s'obtiniran per a cadascun d'ells la corba de rendiment, l'àrea de captació i el seu cost. Totes aquestes dades es mostren a la taula 2.26.

Com s'ha explicat anteriorment, hi ha fabricants que donen la corba de rendiment en funció de la temperatura de la placa i no d'entrada del fluid, i en

aquest cas és necessari aplicar el factor de correcció K. El cabal màssic del circuit primari necessari per calcular K és $G_{\text{fluid}}=0,015 \text{ kg/s}\cdot\text{m}^2$, aquest valor ha estat calculat en l'apartat 2.1.7 d'aquest annex. Els diferents valors de rectes de rendiment que són necessàries corregir, així com el valor K obtingut per a cadascun d'elles es mostren en la taula 2.27.

Eliminado: 18

| Model captador | Corba de rendiment | $A_c[\text{m}^2]$ | $C_{uc}[\text{€}]$ |
|------------------------|---|-------------------|--------------------|
| Takama T2-INOX | $\eta = 0,9021 - 4,577 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 2,59 | 725 |
| Roca PS2 | $\eta = 0,751 - 3,622 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 2,05 | 520 |
| Saunier Duval S8VE | $\eta = 0,792 - 4,713 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 2,00 | 616 |
| Isofoton Isotherm Plus | $\eta = 0,773 - 3,243 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ | 2,27 | 567 |

Taula 2.26: Característiques col·lectors a comparar.

Eliminado: 17

| Model captador | η en funció de T_m | K | η en funció de T_e |
|--------------------|---|-------|--|
| Takama T2-INOX | $\eta = 0,9021 - 4,577 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 1,041 | $\eta = 0,939 - 4,764 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ |
| Roca PS2 | $\eta = 0,751 - 3,622 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 1,032 | $\eta = 0,775 - 3,738 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ |
| Saunier Duval S8VE | $\eta = 0,792 - 4,713 \cdot \frac{T_m - T_a}{I_s}$ | 1,042 | $\eta = 0,825 - 4,991 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s}$ |

Taula 2.27: Valor de correcció captadors.

Eliminado: 18

Un cop s'obtenen les rectes de rendiment dels captadors totes en funció de les mateixes variables, es poden representar tal i com es mostra en la figura 2.7.

Eliminado: 6

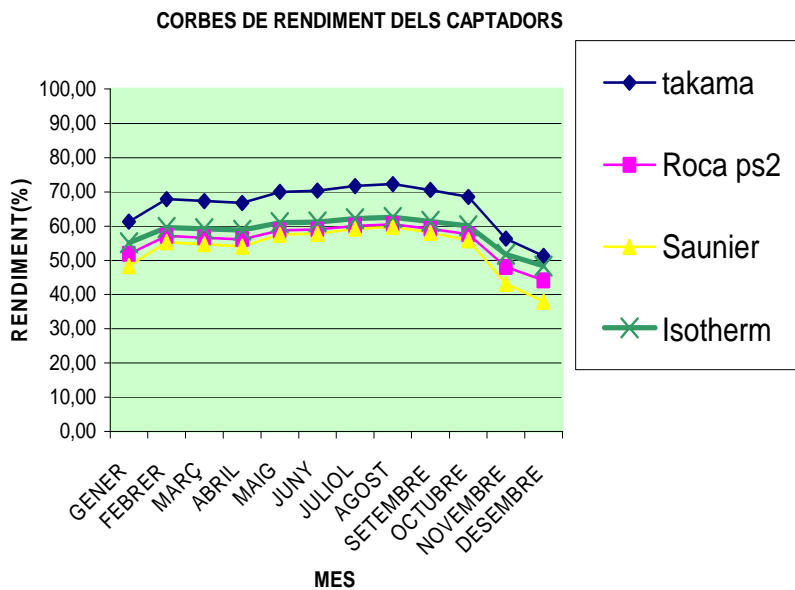


Figura 2.7: Corbes de rendiment dels captador

Eliminado: 6

Un cop conegut el rendiment de cada col·lector durant els diferents mesos de l'any es pot passar a fer l'estudi cost/potència per tal d'escollir el model de col·lector a instal·lar. Els resultats obtinguts es mostren en la taula 2.28 i es representen en el gràfic de la figura 2.8.

Eliminado: 19

Eliminado: 7

| Mes | Takama | | Roca PS2 | | Saunier S8VE | | Isotherm | |
|-----|------------|--------|------------|--------|--------------|--------|------------|--------|
| | η (%) | R(€/W) | η (%) | R(€/W) | η (%) | R(€/W) | η (%) | R(€/W) |
| Gn | 61,25 | 0,65 | 51,88 | 0,70 | 29 | 0,76 | 55,08 | 0,65 |
| Fb | 37,92 | 0,89 | 57,12 | 0,54 | 55,28 | 0,34 | 59,62 | 0,51 |
| Mr | 67,34 | 0,57 | 56,66 | 0,61 | 54,68 | 0,38 | 59,22 | 0,57 |
| Ab | 66,73 | 0,60 | 56,18 | 0,64 | 54,03 | 0,41 | 58,8 | 0,61 |
| Mg | 70,02 | 0,59 | 58,76 | 0,64 | 57,48 | 0,40 | 61,04 | 0,60 |
| Jn | 70,31 | 0,64 | 58,99 | 0,69 | 57,78 | 0,43 | 61,24 | 0,65 |
| Jl | 71,66 | 0,65 | 60,05 | 0,70 | 59,2 | 0,44 | 62,16 | 0,67 |
| Ag | 72,25 | 0,63 | 60,51 | 0,68 | 59,82 | 0,42 | 62,56 | 0,65 |
| St | 70,53 | 0,61 | 59,16 | 0,66 | 58,01 | 0,41 | 61,39 | 0,62 |
| Oc | 68,52 | 0,59 | 57,58 | 0,63 | 55,91 | 0,40 | 60,02 | 0,60 |
| Nv | 56,37 | 0,89 | 48,05 | 0,95 | 43,18 | 0,64 | 51,75 | 0,86 |
| Ds | 51,33 | 1,04 | 44,1 | 1,09 | 37,9 | 0,78 | 48,32 | 0,98 |

Taula 2.28: Rendiments i Rati cost/potència dels captadors.

Eliminado: 19

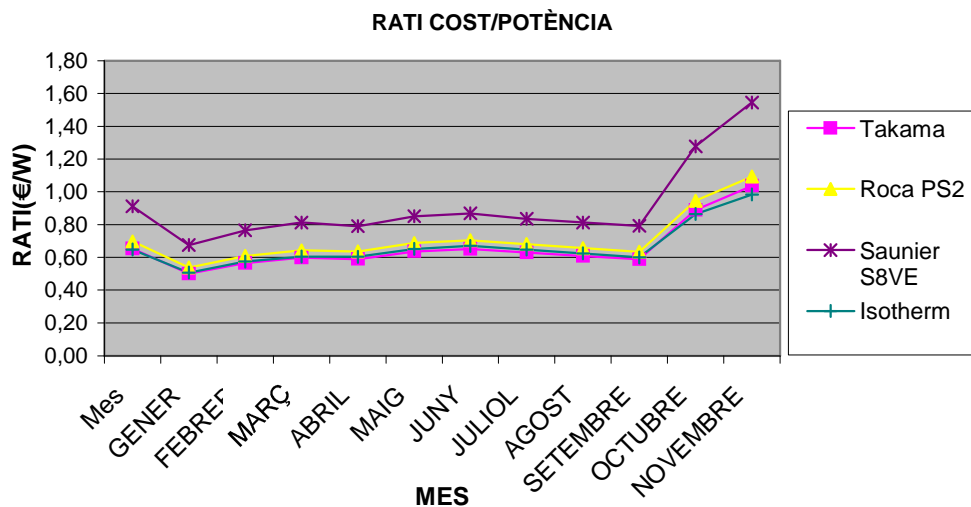


Figura 2.8: Comparació cost/potència del captadors.

Eliminado: 7

Com es pot observar en el gràfic els captadors que més potència generen amb un preu unitari més baix són el model Takama, el Roca PS2 i el Isotherm. El captador Isotherm es fabrica a Màlaga, mentre que els altres es fabriquen a Catalunya, però el captador Takama es fabrica en terres lleidatanes. Aquest fet és el que fa decantar la balança per l'elecció d'aquest últim.

Per tant el captador es collit és el Takama T2-Inox, la recta de rendiment del qual és:

$$\eta = 0,939 - 4,764 \cdot \frac{T_e - T_a}{I_s} \quad (\text{eq. 2.20})$$

Com es pot veure aquest valor varia durant l'any ja que depèn de la temperatura mitjana ambiental de cada mes. La representació gràfica del rendiment del captador Takama es troba a la figura 2.9.

Eliminado: 8

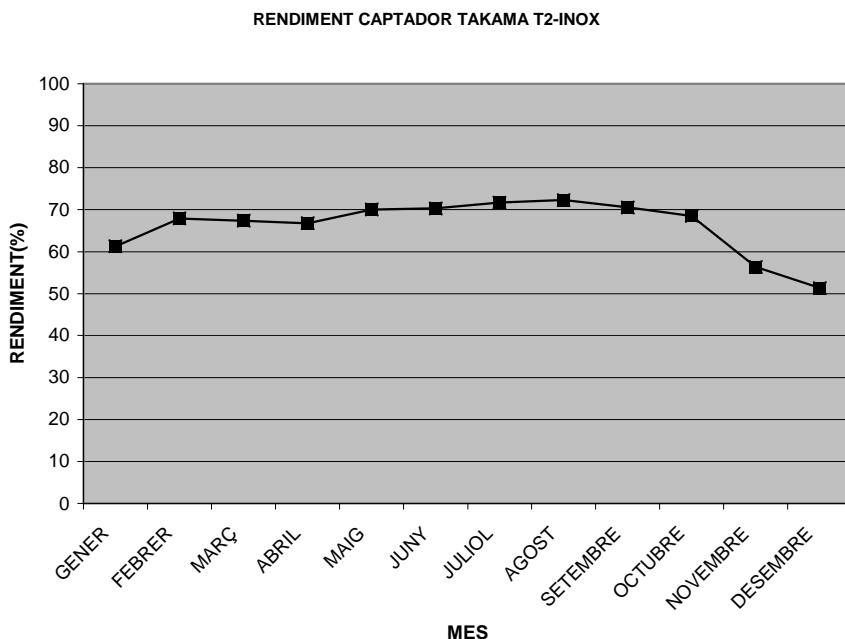


Figura 2.9: Rendiment Takama T2-inox

Eliminado: IG.

Eliminado: 8

L'HE-4 del CTE marca que els captadors a usar han de tenir un rendiment superior al 40%, amb les dades obtingudes es veu que el captador escollit supera aquest rendiment.

2.1.8.- Factor captador-bescanviador.

L'eficiència d'un bescanviador, ε , és la relació entre l'energia absorbida del primari per part del bescanviador i l'energia cedida pel mateix al secundari, mesura les pèrdues de calor que s'hi produeixen. Tot i que el bescanviador de calor no es part del captador, és convenient definir un factor d'eficàcia, F_R' , que substitueix a F_R per a considerar el rendiment combinat del captador i del bescanviador. Aquesta eficiència és un índex que varia entre 0 i 1 i indica la disminució d'energia útil obtinguda deguda a la utilització del bescanviador.

$$\frac{F_R'}{F_R} = \frac{1}{1 + \left(\frac{A_C \cdot F_R \cdot U_L}{\left(\dot{m} \cdot C_p \right)_c} \right) \cdot \left[\frac{\left(\dot{m} \cdot C_p \right)_c}{\varepsilon \cdot \left(\dot{m} \cdot C_p \right)_{\min}} - 1 \right]} \quad (\text{eq. 2.21})$$

On $\left(\dot{m} \cdot C_p \right)_c$ és el producte del cabal màssic i la capacitat calorífica del fluid circulant per la banda dels captadors (circuit primari).

$\left(\dot{m} \cdot C_p \right)_{\min}$ és el producte mínim del cabal màssic i la capacitat calorífica dels fluids circulants del primari i el secundari.

C_{pf} és el calor específic del fluid caloportador, en J/kg°C

ε és l'eficiència del bescanviador. És un paràmetre que no es coneix, però establim 0,7 com a valor.

Com no es coneixen els valors A_c ni $\left(\dot{m} \cdot C_p \right)_{\min}$ es suposarà que

$$\left(\dot{m} \cdot C_p \right)_{\min} = G_{fluid} \cdot A_c, \text{ quedant així l'equació 2.22:}$$

$$\frac{F_R'}{F_R} = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_R \cdot U_L}{G_{fluid} \cdot C_{pf}} \right) \cdot \left[\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right]} \quad (\text{eq. 2.22})$$

Substituint tots els valors a l'equació es determina que el factor captador-bescanviador té un valor de $F_R/F_R=0,97$.

2.1.9.- Àrea de captació necessària per calefacció.

Tal i com s'ha comentat anteriorment, no es pretén cobrir el 100% de la demanda de calefacció amb l'energia rebuda pels captadors, el que es vol és optimitzar tant econòmica com energèticament el nombre de captadors a instal·lar. L'àrea de captació es calcularà segons l'equació 2.23:

$$A_c = \frac{L_{cal}}{\eta \cdot I_s} \quad (\text{eq. 2.23})$$

On A_c és l'àrea de captació a calcular, en m^2
 L_{CAL} és la càrrega mensual de calefacció, en W.
 I_s és la irradiació, calculada en W/m^2
 η és el rendiment del captador .

A partir de l'equació 2.23 obtindrem l'àrea de captació necessària cada mes per tal de satisfer les necessitats energètiques de calefacció. Com el captador escollit té una àrea de $2,59 m^2$, és fàcil calcular el nombre de captadors a emprar. Per a cada mes s'aconsegueix diferents valor per l'àrea de captació i així s'obté diferent nombre de captadors. Aquest càlcul queda reflectit en la taula 2.29.

Eliminado: 0

| Mes | $L_{cal}(MJ/mes)$ | $L_{cal}(W)$ | $I_s(W/m^2)$ | η | $A_c (m^2)$ | Nºcaptadors |
|-----------|-------------------|----------------|--------------|--------|--------------|-------------|
| <u>Ge</u> | <u>20.043,7</u> | <u>7483,5</u> | 700,411 | 0,6125 | <u>17,44</u> | <u>7</u> |
| <u>Fe</u> | <u>12.322,5</u> | <u>5.093,6</u> | 825,199 | 0,6792 | <u>9,08</u> | <u>4</u> |
| <u>Mr</u> | <u>10.465,7</u> | <u>3.907,4</u> | 735,532 | 0,6734 | <u>7,88</u> | <u>4</u> |

Eliminado: ENER

Eliminado: EBRER

Eliminado: MARÇ

| Mes | $L_{cal}(MJ/mes)$ | $L_{cal}(W)$ | $I_s(W/m^2)$ | η | $A_c (m^2)$ | $N^{\circ}captadors$ |
|---------------|-------------------|----------------|--------------|--------|--------------|----------------------|
| Ab | <u>4.812,2</u> | <u>1.796,6</u> | 701,307 | 0,6673 | <u>3,84</u> | <u>2</u> |
| Mg | - | - | 678,154 | 0,7002 | - | - |
| Jn | - | - | 625,954 | 0,7031 | - | - |
| Jl | - | - | 599,791 | 0,7166 | - | - |
| Ag | - | - | 616,093 | 0,7225 | - | - |
| St | - | - | 652,247 | 0,7053 | - | - |
| Oc | - | - | 694,479 | 0,6852 | - | - |
| Nv | <u>11.252,0</u> | <u>4.341,0</u> | 558,467 | 0,5637 | <u>13,78</u> | <u>6</u> |
| Ds | <u>20.183,9</u> | <u>7.535,7</u> | 525,972 | 0,5133 | <u>27,91</u> | <u>11</u> |

Eliminado: BRIL

Eliminado: AIG

Eliminado: JUNY

Eliminado: JULIOL

Eliminado: AGOST

Eliminado: ETEMBRE

Eliminado: CTUBRE

Eliminado: OVEMBRE

Eliminado: ESEMBRE

Eliminado: 20

Taula 2.29: Nombre de captadors per àrea de captació.

Per tal de determinar el nombre de captadors a emprar es farà ús del mètode de les corbes f-charts. Aquest és un mètode útil i fiable per determinar l'òptim econòmic dels sistemes d'escalfament solar. L'aproximació que fa aquest mètode consisteix en identificar les variables adimensionals importants del sistema tèrmic i simular-les per trobar les correlacions entre aquestes variables i el rendiment mig al llarg d'un període de temps. Mitjançant aquestes correlacions s'obté f, que fa referència a la fracció de necessitats energètiques que es poden cobrir gràcies a l'energia solar.

El balanç tèrmic global per a un període mensual en un sistema tèrmic és:

$$Q_{TOT} - L_{TOT} + E = \Delta U \quad (\text{eq. 2.24})$$

On Q_{TOT} és l'energia solar útil total obtinguda durant el mes
 L_{TOT} és la suma de càrregues tèrmiques durant el mes
 E és l'energia auxiliar total requerida durant el mes

ΔU és l'intercanvi d'energia en la unitat d'emmagatzematge, es pot considerar nul davant els altres valors.

Realitzant només l'estudi de les càrregues de calefacció, l'equació 2.24 queda com:

$$Q_{CAL} = L_{CAL} - E \quad (\text{eq. 2.25})$$

Que es pot adimensionar com:

$$f = \frac{Q_{CAL}}{L_{CAL}} \quad (\text{eq. 2.26})$$

On f és la fracció de càrrega tèrmica mensual subministrada per la fracció solar.

El càlcul de Q_{CAL} no es pot fer directament, perquè és funció de la radiació incident, la temperatura ambient i les pèrdues tèrmiques. Tot i així, f es pot relacionar empíricament amb les dos relacions adimensionals següents, equacions 2.27 i 2.28:

$$X = \frac{A_c \left(\frac{F'_R}{F_R} \right) \cdot F_R \cdot U_L \cdot (T_{ref} - T_a) \cdot \Delta t}{L_{CAL}} \quad (\text{eq. 2.27})$$

$$Y = \frac{A_c \left(\frac{F'_R}{F_R} \right) \cdot F_R \cdot (\tau \alpha) \cdot DiesMes \cdot \overline{H_T}}{L_{CAL}} \quad (\text{eq. 2.28})$$

On Δt és el nombre total de segons en un mes

T_{ref} és una temperatura de referència fixada en 100°C

L_{cal} i $\overline{H_T}$ són conegudes, la unitat a emprar en aquest càlcul és Joules.

En els sistemes que utilitzen líquid com a sistema caloportador, com és el cas d'estudi, f es pot obtenir de la correlació següent:

$$f = 1,029 \cdot Y - 0,065 \cdot X - 0,245 \cdot Y^2 + 0,0018 \cdot X^2 + 0,0215 \cdot Y^3 \quad (\text{eq. 2.29})$$

El valor d' f també es pot determinar de forma gràfica amb el gràfic representat en la figura 2.10.

Eliminado: 20

Eliminado: Corbes-f

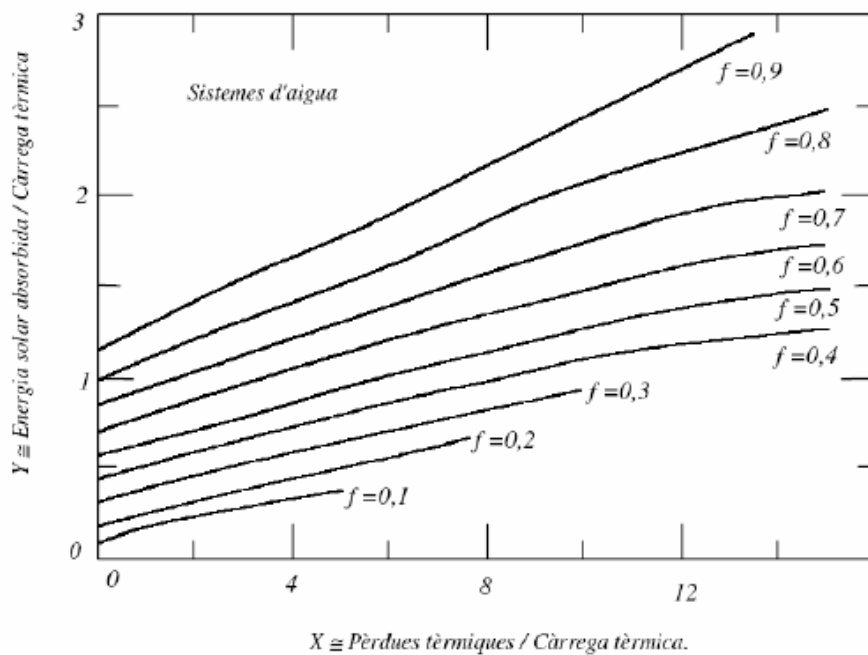


Figura 2.10: Corbes f-charts.

Així doncs, un cop obtingut el valor d' f , es pot calcular Q_{CAL} amb l'equació 2.30:

$$Q_{cal} = f \cdot L_{CAI} \quad (\text{eq. 2.30})$$

Un cop obtingut el valor de la càrrega tèrmica que es subministrada pels captadors, es pot conèixer també l'energia auxiliar E subministrada. Aquest valor serà necessari per càlculs posteriors i s'haurà de transformar a kWh.

$$E = L_{CAL} - Q_{CAL} \quad (\text{eq. 2.31})$$

$$E(\text{kWh} / \text{mes}) = E(\text{MJ} / \text{mes}) * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} * \frac{1000\text{kW}}{1\text{MW}} \quad (\text{eq. 2.32})$$

El següent pas és trobar una equació de costos que relacioni el cost fix dels captadors amb el cost de l'energia auxiliar necessària durant el període de temps d'estudi. El cost fix dels captadors queda definit mitjançant l'equació 2.33:

$$C_F = N_C \cdot C_{uc} \quad (\text{eq. 2.33})$$

On C_F és el cost fix, en €
 N_C és el nombre de captadors
 C_{uc} és el cost unitari per captador solar, en €

El cost variable de l'energia convencional consumida en un any es calcula mitjançant l'equació 2.34. El subíndex i indica que l'equació calcula els costos variables d'un sol any, per conèixer el cost total s'haurà de fer un sumatori.

$$C_{v,i} = P_{fix} \cdot 12 + \frac{P_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^6 E_j \quad (\text{eq. 2.34})$$

On $C_{v,i}$ és el cost variable de l'any i, calculat en €/any
 P_{fix} és el preu de quota fix al mes, en €
 P_e és el preu de l'energia convencional, en €/kWh

η_e és el rendiment del sistema d'escalfament convencional

E_j és l'energia tèrmica auxiliar per calefacció el mes j , en kWh/mes

A més a més s'ha d'incrementar aquest cost en 16% degut a l'Impost sobre el Valor a Afegit (IVA).

Eliminado: I

$$C_{v,i,total} = C_{v,i} \cdot 1,16 \quad (\text{eq. 2.35})$$

Aquests costos s'hauran d'anar actualitzant any rere any, degut al canvi del valor dels diners amb el pas del temps. Aquest cost actualitzat s'obté amb l'equació 2.36:

$$C_{va,i} = C_{v,i,total} \cdot \left(\frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i \quad (\text{eq. 2.36})$$

On r_e és la inflació anual del preu del combustible

r_d és l'interès dels diners

Com s'ha comentat anteriorment, per conèixer el cost de tot el període s'hauran de sumar tots els anys entre sí, equació 2.37:

$$C_{va} = \sum_{i=1}^n C_{v,i,total} \cdot \left(\frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i = \sum_{i=1}^n \left(1,16 \cdot \left((p_{fix} \cdot 12) + \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^{12} E_j \right) \cdot \left(\frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i \right) \quad (\text{eq. 2.37})$$

On n són els anys sobre els quals es basa l'estudi.

Aquesta equació pot quedar simplificada si es té en compte que L_{cal} i f no varien al llarg dels anys d'estudi, tampoc ho fa P_{fix} així es reflecteix en l'equació 2.38:

$$C_{va} = 1,16 \cdot \left((p_{fix} \cdot 6) + \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{i=1}^6 E_j \right) \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i \quad (\text{eq. 2.38})$$

El que es vol aconseguir és l'àrea òptima de captació que representi un cost mínim, per això s'utilitzarà l'equació 2.39:

$$C_{T\min} = N_{\text{optim}} \cdot C_{uc} + 1,16 \left((p_{\text{fix}} \cdot 6) + \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^6 E_j \right) \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i \quad (\text{eq. 2.39})$$

Un cop determinades totes les equacions anteriors es pot donar pas al càlcul de l'àrea òptima de captació per la demanda de calefacció. Els resultats es mostren en les diferents taules, de la taula 2.31 fins a la 2.38, en cadascuna de les taules es varia el nombre de captadors a instal·lar, variant així la superfície de captació. Es començarà calculant un captador i s'anirà incrementant el nombre de captadors, al principi s'espera veure una tendència a la reducció dels costos, fins a arribar a un punt on el cost torna a pujar. Aquest mínim és el buscat.

- Els càlculs exclouen els mesos de maig a octubre, ja que durant aquest període es considera que la calefacció no és necessària.
- El temps d'estudi es considera N =10 anys, tot i que els captadors tenen una vida útil mitjana de 25 anys, es prenen els anys que té de garantia el captador.
- L'energia convencional que es tindrà en compte és el gas natural, actualment el seu preu és de 4,9489 c€/kWh de part variable i 2,44 €/mes.
- El rendiment de l'energia convencional serà comptabilitzat com el rendiment de la caldera, que serà considerat del 70%.

Amb les equacions descrites anteriorment en aquest apartat, i els valors necessaris, ja siguin valors fixats, coneguts o calculats en altres apartats, es calcularà el número de col·lectors que satisfà millor la relació rendiment-preu. Els resultats obtinguts variant el nombre de col·lectors queden reflectits en les taules 2.22 a 2.29. En la figura 2.11 es representarà el nombre de captadors a

Eliminado: 21

Eliminado: 28

Eliminado: 20

instal·lar vs el cost total d'instal·lar-los, en euros. El nombre de captadors a instal·lar serà el punt mínim de la funció representada en la figura 2.11. Les dades de partida per al posterior càlcul del nombre de captadors òptim es mostren en la taula resum 2.30.

Eliminado: 20.

Eliminado: 21

| Mes | Gn | Fe | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---|----------|----------|-------------------|---------|----------|----------|
| L_{cal} (MJ/mes) | 20.043,7 | 12.322,5 | 10.465,7 | 4.812,2 | 11.252,0 | 20.183,9 |
| DiesMes(dies/mes) | 31 | 28 | 31 | 30 | 30 | 31 |
| $\overline{H_t}$ (MJ/m ² ·dia) | 9,44 | 17,78 | 19,30 | 20,87 | 9,18 | 5,86 |
| I_s (w/m ²) | 700,41 | 825,20 | 735,53 | 701,31 | 558,47 | 525,97 |
| G_{fluid} (kg/s·m ²) | 0,015 | | P_e (€/kWh) | | 0,0435 | |
| C_p (J/kg·°C) | 3930 | | P_{fix} (€/mes) | | 5,34 | |
| F'_R/F_R | 0,97 | | η_e (%) | | 70 | |
| $F_R \cdot U_L$ | 0,939 | | r_d (%) | | 2 | |
| $F_R \cdot \tau \alpha$ | 4,764 | | r_e (%) | | 4 | |
| C_{uc} | 725 | | N (anys) | | 10 | |

Eliminado: 0,049489

Eliminado: 0,97

Eliminado: 2,44

Eliminado: 4,764

Eliminado: %

Eliminado: 725

Taula 2.30: resum de dades de partida.

Eliminado: 21

Número de captadors=1

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|--------------------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Ac | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 |
| X | 0,031 | 0,044 | 0,055 | 0,115 | 0,052 | 0,031 |
| Y | 0,044 | 0,112 | 0,133 | 0,258 | 0,070 | 0,026 |
| f | 0,043 | 0,109 | 0,129 | 0,243 | 0,068 | 0,025 |
| Q_{cal} (MJ/mes) | 853,099 | 1347,106 | 1352,390 | 1167,133 | 762,294 | 501,559 |
| E (MJ/mes) | 19190,6 | 10975,4 | 9104,3 | 3645,1 | 10489,7 | 19682,3 |
| E (kWh/mes) | 5330,7 | 3048,7 | 2529,0 | 1012,5 | 2913,8 | 5467,3 |
| C_F (€) | 725 | | | | | |
| C_v (€) | 16913,9 | | | | | |
| C_T | 17638,9 | | | | | |

Eliminado: F

Taula 2.31: Cost Total per 1 captador

Eliminado: 22

Número de captadors=2

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ac | <u>5,18</u> | <u>5,18</u> | <u>5,18</u> | <u>5,18</u> | <u>5,18</u> | <u>5,18</u> |
| X | <u>0,062</u> | <u>0,089</u> | <u>0,111</u> | <u>0,230</u> | <u>0,103</u> | <u>0,061</u> |
| Y | <u>0,088</u> | <u>0,224</u> | <u>0,267</u> | <u>0,517</u> | <u>0,141</u> | <u>0,052</u> |
| F | <u>0,084</u> | <u>0,213</u> | <u>0,250</u> | <u>0,455</u> | <u>0,133</u> | <u>0,049</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>1687,64</u> | <u>2620,79</u> | <u>2616,96</u> | <u>2187,66</u> | <u>1497,98</u> | <u>996,42</u> |
| E(MJ/mes) | <u>18356,0</u> | <u>9701,7</u> | <u>7839,7</u> | <u>2624,5</u> | <u>9754,0</u> | <u>19187,5</u> |
| E(kWh/mes) | <u>5098,9</u> | <u>2694,9</u> | <u>2177,7</u> | <u>729,0</u> | <u>2709,4</u> | <u>5329,9</u> |
| C _F (€) | <u>1.450</u> | | | | | |
| C _v (€) | 15852,6 | | | | | |
| C _T | <u>17302,6</u> | | | | | |

Taula 2.32: Cost Total per 2 captadors

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 23

Número de captadors=3

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Ac | <u>7,77</u> | <u>7,77</u> | <u>7,77</u> | <u>7,77</u> | <u>7,77</u> | <u>7,77</u> |
| X | <u>0,094</u> | <u>0,133</u> | <u>0,166</u> | <u>0,345</u> | <u>0,155</u> | <u>0,092</u> |
| Y | <u>0,131</u> | <u>0,336</u> | <u>0,400</u> | <u>0,775</u> | <u>0,211</u> | <u>0,079</u> |
| F | <u>0,125</u> | <u>0,310</u> | <u>0,363</u> | <u>0,638</u> | <u>0,196</u> | <u>0,074</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>2503,8</u> | <u>3823,2</u> | <u>3796,9</u> | <u>3072,3</u> | <u>2207,5</u> | <u>1484,6</u> |
| E(MJ/mes) | <u>17539,8</u> | <u>8499,2</u> | <u>6659,8</u> | <u>1739,9</u> | <u>9044,4</u> | <u>18699,3</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4872,2</u> | <u>2360,9</u> | <u>1849,9</u> | <u>483,3</u> | <u>2512,3</u> | <u>5194,2</u> |
| C _F (€) | <u>2.175</u> | | | | | |
| C _v (€) | 14870,1 | | | | | |
| C _T | <u>17045,1</u> | | | | | |

Taula 2.33: Cost Total per 3 captadors

Eliminado: 2

Eliminado: ,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 24

Número de captadors=4

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Ac | <u>10,36</u> | <u>10,36</u> | <u>10,36</u> | <u>10,36</u> | <u>10,36</u> | <u>10,36</u> |
| X | <u>0,125</u> | <u>0,178</u> | <u>0,221</u> | <u>0,460</u> | <u>0,206</u> | <u>0,123</u> |
| Y | <u>0,175</u> | <u>0,448</u> | <u>0,584</u> | <u>1,034</u> | <u>0,281</u> | <u>0,105</u> |
| F | <u>0,165</u> | <u>0,402</u> | <u>0,508</u> | <u>0,796</u> | <u>0,257</u> | <u>0,097</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>3302,002</u> | <u>4956,851</u> | <u>5309,215</u> | <u>3831,795</u> | <u>2891,574</u> | <u>1966,233</u> |
| E(MJ/mes) | <u>16741,7</u> | <u>7365,6</u> | <u>5147,5</u> | <u>980,4</u> | <u>8360,4</u> | <u>18217,7</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4650,5</u> | <u>2046,0</u> | <u>1429,9</u> | <u>272,3</u> | <u>2322,3</u> | <u>5060,5</u> |
| C _F (€) | <u>2.900</u> | | | | | |
| C _V (€) | 13961,4 | | | | | |
| C _T | 16861,4 | | | | | |

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Taula 2.34: Cost Total per 4 captadors

Eliminado: 25

Número de captadors=5

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Ac | <u>12,95</u> | <u>12,95</u> | <u>12,95</u> | <u>12,95</u> | <u>12,95</u> | <u>12,95</u> |
| X | <u>0,156</u> | <u>0,222</u> | <u>0,277</u> | <u>0,575</u> | <u>0,258</u> | <u>0,153</u> |
| Y | <u>0,219</u> | <u>0,560</u> | <u>0,667</u> | <u>1,292</u> | <u>0,351</u> | <u>0,131</u> |
| F | <u>0,204</u> | <u>0,489</u> | <u>0,566</u> | <u>0,930</u> | <u>0,316</u> | <u>0,121</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>4082,2</u> | <u>6023,6</u> | <u>5915,7</u> | <u>4476,8</u> | <u>3550,4</u> | <u>2441,2</u> |
| E(MJ/mes) | <u>15961,5</u> | <u>6298,8</u> | <u>4540,9</u> | <u>335,4</u> | <u>7701,5</u> | <u>17742,6</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4433,7</u> | <u>1749,7</u> | <u>1261,4</u> | <u>93,2</u> | <u>2139,3</u> | <u>4928,5</u> |
| C _F (€) | <u>3.625</u> | | | | | |
| C _V (€) | 13121,2 | | | | | |
| C _T | 16746,2 | | | | | |

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Taula 2.35: Cost Total per 5 captadors

Eliminado: 26

Número de captadors=6

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Ac | <u>15,54</u> | <u>15,54</u> | <u>15,54</u> | <u>15,54</u> | <u>15,54</u> | <u>15,54</u> |
| X | <u>0,187</u> | <u>0,266</u> | <u>0,332</u> | <u>0,690</u> | <u>0,309</u> | <u>0,184</u> |
| Y | <u>0,263</u> | <u>0,672</u> | <u>0,800</u> | <u>1,551</u> | <u>0,422</u> | <u>0,157</u> |
| F | <u>0,242</u> | <u>0,570</u> | <u>0,656</u> | <u>1,043</u> | <u>0,372</u> | <u>0,144</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>4844,7</u> | <u>7026,0</u> | <u>6861,1</u> | <u>5018,1</u> | <u>4184,7</u> | <u>2909,8</u> |
| E(MJ/mes) | <u>15198,9</u> | <u>5296,5</u> | <u>3595,6</u> | <u>-206,0</u> | <u>7067,2</u> | <u>17274,1</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4221,9</u> | <u>1471,2</u> | <u>998,8</u> | <u>-57,2</u> | <u>1963,1</u> | <u>4798,4</u> |
| C _F (€) | <u>4.350</u> | | | | | |
| C _v (€) | 12344,4 | | | | | |
| C _T | 16694,4 | | | | | |

Taula 2.36: Cost Total per 6 captadors

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 2,59

Eliminado: 27

Número de captadors=7

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Ac | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 |
| X | <u>0,219</u> | <u>0,311</u> | <u>0,387</u> | <u>0,805</u> | <u>0,361</u> | <u>0,215</u> |
| Y | <u>0,241</u> | <u>0,665</u> | <u>0,945</u> | <u>2,149</u> | <u>0,404</u> | <u>0,000</u> |
| F | <u>0,220</u> | <u>0,562</u> | <u>0,747</u> | <u>1,242</u> | <u>0,354</u> | <u>-0,014</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>4407,8</u> | <u>6926,6</u> | <u>7809,8</u> | <u>5976,5</u> | <u>3984,6</u> | <u>-276,9</u> |
| E(MJ/mes) | <u>15635,9</u> | <u>5395,9</u> | <u>2646,9</u> | <u>-1164,4</u> | <u>7267,3</u> | <u>20460,8</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4343,3</u> | <u>1498,9</u> | <u>735,2</u> | <u>-323,4</u> | <u>2018,7</u> | <u>5683,6</u> |
| C _F (€) | <u>5.075</u> | | | | | |
| C _v (€) | <u>11.625,9</u> | | | | | |
| C _T | <u>16.700,9</u> | | | | | |

Taula 2.37: Cost Total per 7 captadors

Eliminado: 28

Número de captadors=8

| Mes | Gn | Fb | Mr | Ab | Nv | Ds |
|---------------------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Ac | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 | 2,59 |
| X | <u>0,250</u> | <u>0,355</u> | <u>0,443</u> | <u>0,920</u> | <u>0,412</u> | <u>0,245</u> |
| Y | <u>0,275</u> | <u>0,760</u> | <u>1,080</u> | <u>2,456</u> | <u>0,462</u> | <u>0,000</u> |
| F | <u>0,249</u> | <u>0,627</u> | <u>0,824</u> | <u>1,310</u> | <u>0,399</u> | <u>-0,016</u> |
| Q _{cal} (MJ/mes) | <u>4993,3</u> | <u>7725,8</u> | <u>8618,7</u> | <u>6301,6</u> | <u>4486,3</u> | <u>-316,1</u> |
| E(MJ/mes) | <u>15050,3</u> | <u>4596,6</u> | <u>1837,9</u> | <u>-1489,5</u> | <u>6765,6</u> | <u>20500,1</u> |
| E(kWh/mes) | <u>4180,6</u> | <u>1276,8</u> | <u>510,5</u> | <u>-413,7</u> | <u>1879,3</u> | <u>5694,5</u> |
| C _F (€) | <u>5.800</u> | | | | | |
| C _V (€) | <u>10.960,7</u> | | | | | |
| C _T | <u>16.760,7</u> | | | | | |

Taula 2.38: Cost Total per 8 captadors

Eliminado: 29

RELACIÓ COST TOTAL- NOMBRE CAPTADORS

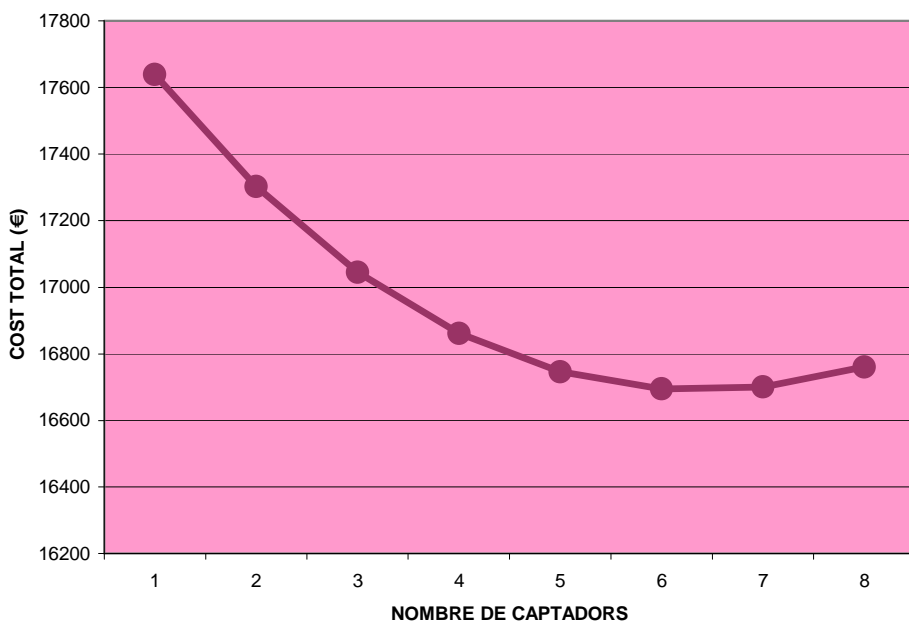


Figura 2.11: Gràfic cost-nombre de captadors.

Eliminado: FIGURA COST TOTAL n° CAPATDORS¶

Mirant les dades obtingudes en les taules o simplement observant la figura 2.11, es veu que instal·lant 6 captadors s'aconsegueix la millor relació cost-
rendiment.

Eliminado: 20

Eliminado: -r

2.1.10.- Dissipador d'escalfor.

Seguint les instruccions del document HE-4 del CTE la instal·lació solar tèrmica ha de quedar protegida davant de possibles sobreescalfaments, per tal que no es facin malbé els materials ni els equips, i que no apareguin problemes en el subministrament. Aquesta seria la funció del dissipador d'escalfor.

Aquest element és un bescanviador que entra en funcionament quan la instal·lació assoleix temperatures superiors a 90°C. Mentre la instal·lació treballa amb temperatures inferiors a aquest límit, el fluid circula només pels captadors, al superar els 90°C s'obre una vàlvula i el fluid passa a circular també pel dissipador; aconseguint així disminuir la temperatura per tal d'evitar problemes en la instal·lació. Segons els requeriments de la instal·lació, els requeriments del CTE i després de consultar diferents catàlegs i distribuïdors es decideix que el dissipador a instal·lar serà un dissipador de 4000W de la casa salvador Escoda. Es tria aquest dissipador ja que és l'indicat per instal·lacions fins a 6 captadors.

2.1.11.- Àrea de captació necessària per ACS.

L'equació a emprar per tal de calcular la superfície captadora necessària per tal de produir l'energia necessària per cobrir el consum d'ACS ve donat per l'equació 2.40:

$$A_c = \frac{L_{ACS}}{\eta \cdot I_s} \quad (\text{eq. 2.40})$$

On A_c és l'àrea de captació a calcular, m^2 .

L_{ACS} és la càrrega mensual d'ACS, en W.

I_s és la irradiació, calculada en W/m^2

η és el rendiment del captador.

En aquest apartat es pretén calcular el nombre de captadors que s'hauran d'instal·lar per tal d'obtenir l'energia desitjada. S'ha de recordar que el captador escollit té una àrea de $2,59 m^2$. Els resultats dels càlculs fets es mostren en la taula 2.39.

Eliminado: 30

| Mes | $L_{ACS}(W)$ | $I_s(W/m^2)$ | η | $A_c (m^2)$ |
|----------|--------------|--------------|--------|-------------|
| GENER | 319,84 | 700,411 | 0,6125 | 0,75 |
| FEBRER | 314,03 | 825,199 | 0,6792 | 0,56 |
| MARÇ | 302,39 | 735,532 | 0,6734 | 0,61 |
| ABRIL | 290,76 | 701,307 | 0,6673 | 0,62 |
| MAIG | 284,95 | 678,154 | 0,7002 | 0,60 |
| JUNY | 279,13 | 625,954 | 0,7031 | 0,63 |
| JULIOL | 273,32 | 599,791 | 0,7166 | 0,64 |
| AGOST | 279,13 | 616,093 | 0,7225 | 0,63 |
| SETEMBRE | 284,95 | 652,247 | 0,7053 | 0,62 |
| OCTUBRE | 290,76 | 694,479 | 0,6852 | 0,61 |
| NOVEMBRE | 302,39 | 558,467 | 0,5637 | 0,96 |
| DESEMBRE | 319,84 | 525,972 | 0,5133 | 1,18 |

Taula 2.39: Àrea de captació necessària per ACS.

Eliminado: 30

Tal i com s'extreu de la taula 2.39 un captador seria suficient per aconseguir subministrar el total del consum d'ACS a la vivenda. Es pot pensar en instal·lar dos captadors per si mai es produeix una avaria en un d'ells poder continuar

Eliminado: averia

treballant amb l'altre. Però llavors també s'ha de tenir en compte el sobreescalfament que es produirà en els mesos de menys demanda. Com s'ha pres la determinació de mantenir la caldera com a l'element de suport, s'instal·larà només un captador per ACS, ja que en cas de parada per avaria no es tallaria mai el subministrament.

Eliminado: averia

Si més no tal i com marca el CTE, cal assegurar el subministrament del 50% de les necessitats anuals d'ACS.

2.1.12.- Tipus de connexió dels captadors.

Tal i com marca la ITE 10.1 del Rite les especificacions tècniques dels col·lectors solars plans de baixa temperatura a tenir en compte són:

- Els captadors es disposaran en files que tindran el mateix nombre d'elements. Les files seran paral·leles i ben alineades.
- Dins de cada fila, la connexió dels captadors serà en paral·lel. Només es podran connectar en sèrie quan la temperatura d'us de l'ACS sigui major a 50°C.
- Les files es connectaran entre sí en paral·lel. Només podran connectar-se en sèrie quan els captadors dins de la fila s'hagin connectat en paral·lel i es necessiti una temperatura superior a 50°C.
- No s'han de connectar en sèrie més de tres col·lectors ni més de tres files de col·lectors connectats en paral·lel.
- La connexió entre col·lectors i entre files es realitzarà de manera que el circuit resulti equilibradament hidràulic (retoma invertit), en cas contrari s'instal·laran vàlvules d'equilibrat.
- Els col·lectors que disposin de 4 manguitos de connexió es connectaran directament entre sí. L'entrada del fluid caloportador

- s'efectuarà per l'extrem inferior del primer col·lector de la fila i la sortida per l'extrem superior de l'últim.
- Els col·lectors que disposin de 2 manguitos de connexió diagonalment oposats, es connectaran a 2 canonades exteriors als col·lectors, una inferior i una superior. L'entrada tindrà una pendent ascendent en el sentit d'avanç del fluid d'un 1%.

En cas del captador solar destinat a ACS al tractar-se d'un únic captador no té sentit definir el tipus de connexió.

La connexió els 6 captadors destinats a calefacció es basarà en la ITE 10.1, anteriorment descrita. Al ser 6 el nombre dels captadors es connectaran dos files de tres elements cadascuna. Al no haver-hi requeriment de més de 50°C en la temperatura de l'aigua, es connectaran els captadors en paral·lel, tant dins de les files, com les files entre sí. L'entrada del fluid caloportador serà per la part de baix del primer captador i la sortida es farà per la part superior de l'últim. Serà en aquesta sortida on es col·locarà un purgador. Les sortides no utilitzades es taparan amb un tap roscat.

En les figures 2.12 i 2.13 estan representats tant l'esquema de connexió del captador destinat a ACS com els captadors destinats a calefacció.

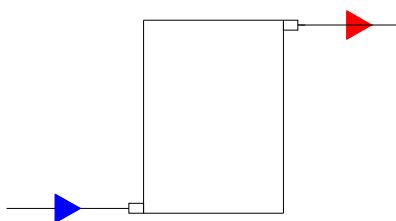


Figura 2.12: Connexió captador ACS.

Eliminado: 21

Eliminado: 1

Eliminado: 22

Eliminado: 2

Eliminado: 1

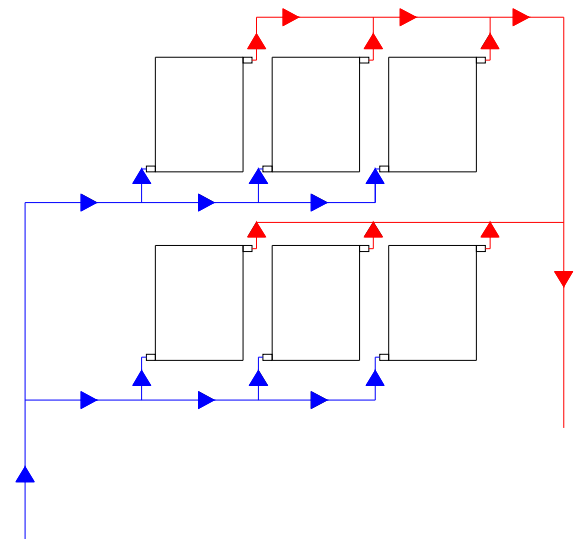


Figura 2.13: Connexió captadors calefacció.

Eliminado: 2

A part dels captadors, també es necessària l'estructura per fixar-los en la teulada. Aquesta estructura serà subministrada pel mateix fabricant dels captadors. Segons el seu catàleg la longitud de l'estructura és funció del nombre de captadors de cada fila. Aquestes dades es mostren en la taula 2.40:

Eliminado: e

Eliminado: 31

| Captadors | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Longitud (mm) | 1050 | 2100 | 3150 | 4200 | 5250 | 6300 | 7350 | 8400 | 9450 | 10500 |

Taula 2.40: Longitud estructura segons nº captadors.

Eliminado: 31

Així doncs s'haurà de tenir en compte una estructura de 1050 mm i dos de 3150 mm. La dimensió de la teulada fa que la col·locació d'aquesta instal·lació no representi cap tipus de problema.

2.1.13.- Distribució dels captadors solars.

En la ITE 10.1 del Rite es fa l'especificació sobre la distància entre les files de captadors per tal que no es facin ombra els uns als altres i es redueixi el rendiment de la instal·lació. Aquesta consideració no té sentit en la instal·lació d'estudi, ja que a l'aprofitar la inclinació de la teulada cap captador no pot fer ombra a sobre d'un altre.

Sinó fos així s'haurien de dur a terme tot un seguit de càlculs especificats en la ITE 10.1 del Rite. La distància entre files serà de 80 cm. En la figura 2.14 es representa un croquis de la posició de les plaques.

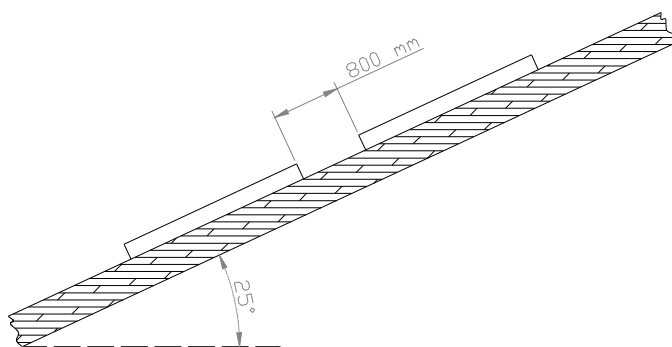


Figura 2.14: Separació entre captadors.

2.1.14.- Volum del dipòsit acumulador.

El càlcul del volum del dipòsit acumulador ve marcat pel document bàsic HE-4 del CTE. En aquest document es diu que els paràmetres per dimensionar el volum del dipòsit acumulador, en litres, han de complir la relació especificada en l'equació 2.41:

Eliminado: 23

Eliminado: 3

Eliminado: FIGURA

Eliminado: 23

Eliminado: 3

Eliminado: PLAQUES DE PERFIL, DIST ENTRE FILES

$$50 < \frac{V_{\text{dipòsitacum}}}{A_{C,ACS}} < 180 \quad (\text{eq. 2.41})$$

On $V_{\text{dipòsitacum}}$ és el volum del dipòsit acumulador en litres.
 $A_{C,ACS}$ és l'àrea de captació d'ACS, en m^2 .

Substituint valors es troba que el volum del dipòsit serà:

$$129,5 < V_{\text{dipòsitacum}} < 466,2 \quad \text{valor en litres.}$$

Per tal d'escollir el millor acumulador pel tipus d'instal·lació es convenient conèixer la superfície d'intercanvi. Aquesta superfície ha d'estar compresa entre 1/4 i 1/3 de l'àrea de captació, amb un sobredimensionat del 10% en cas d'utilitzar anticongelants en el fluid caloportador. En aquest cas la superfície d'intercanvi serà:

$$\frac{1}{4} \cdot A_{c,ACS} \cdot 1,1 \leq S_{\text{intercanvi}} \leq \frac{1}{3} \cdot A_{c,ACS} \cdot 1,1 \quad (\text{eq. 2.42})$$

On $S_{\text{intercanvi}}$ és la superfície d'intercanvi del dipòsit acumulador, en m^2

Substituint valors s'obté:

$$0,71m^2 \leq S_{\text{intercanvi}} \leq 0,95m^2 \quad (\text{eq. 2.43})$$

Així el dipòsit que es correspon amb la configuració de la instal·lació és un dipòsit de 300l amb una superfície d'intercanvi de $0,95 m^2$.

2.1.15.- Volum dipòsit d'inèrcia.

Una manera de calcular el volum del dipòsit d'inèrcia és tenint en compte la superfície de captació. Segons dades extretes del llibre "*Producció de l'energia*"

tèrmica” Lluïsa Cabeza aquest volum pot ser proporcional a raó de 75l/m^2 d'àrea de captació dedicat a calefacció. Així doncs el càlcul del volum d'inèrcia serà:

$$V_{\text{dipòsitinèrcia}} < 75\text{l/m}^2 \cdot A_{\text{cCAL}} \quad (\text{eq. 2.44})$$

On $V_{\text{dipòsitinèrcia}}$ és el volum del dipòsit d'inèrcia, en litres
 A_{cCAL} és l'àrea de captació per calefacció en m^2 .

Eliminado:

L'àrea de captació dedicada a calefacció es coneix que són 6 captadors. Com cada captador té una àrea de $2,59\text{ m}^2$, l'àrea total de captació per calefacció és $15,54\text{m}^2$. Aplicant aquests valors a l'equació 2.44 s'obté que el volum del dipòsit d'inèrcia necessari màxim és de 1105,5 litres. S'optarà per instal·lar un dipòsit de 1000 litres, ja que en el mercat els volums estàndards disponibles propers al valor desitjat són 1000l i 1500l.

2.1.16.- Dimensionat de les canonades.

Un tema important a tenir en compte és el dimensionat de les canonades que uneixen totes les parts de la instal·lació entre sí. Per tal d'evitar sorolls s'ha de vigilar que la velocitat de treball del fluid no sobrepassi els 2m/s . Un tema important són les pèrdues de càrrega, per mantenir un bon funcionament en la instal·lació la pèrdua de càrrega no ha de sobrepassar els 40 mm.c.a. per metre lineal de canonada.

Tot el circuit de canonades es realitzarà en coure. L'elecció d'aquest material es basa en les seves característiques de baix coeficient de dilatació, la facilitat amb la que es pot treballar i el baix cost en comparació a altres materials. A més a més al mercat hi ha gran quantitat de figures i accessoris en aquest material. Tot i aquest avantatges s'ha de vigilar que no hi hagi problemes

d'incompatibilitat amb altres canonades metàl·liques provocant corrosió galvànica.

Per tal de calcular el diàmetre més adequat a la instal·lació, inicialment s'haurà de suposar la velocitat del circuit primari, s'estima que aquesta velocitat és d'1m/s. Es pren aquest valor per evitar una velocitat excessiva en els col·lectors, evitant així grans pèrdues de càrrega.

Coneixent aquest velocitat i el cabal del circuit primari, calculat anteriorment a l'apartat 2.1.6, amb valor de $15 \cdot 10^{-3}$ l/s per m^2 de captador, o sigui 54 l/h per cada m^2 . Amb aquests valors i mitjançant l'equació 2.45 es calcularà el diàmetre de la canonada. Com abans s'ha calculat s'instal·laran 6 col·lectors per calefacció i un per ACS. Al ser una àrea més gran, es pren l'àrea de captació de la calefacció, l'àrea total de captació serà $15,54 m^2$, per tant el cabal total a tenir en compte és $Q=0,23 \cdot 10^{-3} m^3/s$.

$$D_i = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_{\max}}} \quad (\text{eq. 2.45})$$

On D_i és el diàmetre interior de la canonada, en m.

Q és el cabal circulant en la canonada, en m^3/s .

V_{\max} és la velocitat màxima que circula pel fluid, en m/s.

Aplicant l'equació 2.45 s'obté un diàmetre interior de 17,1 mm. Amb aquest valor s'ha de buscar el valor de tub normalitzat que més s'aproximi al calculat, però sempre superior per tal de no sobrepassar la velocitat marcada del circuit primari.

Consultant els diàmetres comercials en el catàleg de Hiemesa, i escollint la canonada de coure i baixa pressió, ja que en el circuit treballa amb pressions baixes. A partir de 3/4" i diàmetres superiors són vàlids. Es selecciona un diàmetre de 3/4" per tota la instal·lació.

| <u>Diàmetre nominal</u> (") | <u>Diàmetre exterior</u> (mm) | <u>Diàmetre interior</u> (mm) | <u>Espessor</u> (mm) |
|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| <u>3/8</u> | <u>12,70</u> | <u>11,43</u> | <u>0,64</u> |
| <u>1/2</u> | <u>15,88</u> | <u>14,45</u> | <u>0,71</u> |
| <u>3/4</u> | <u>22,23</u> | <u>20,60</u> | <u>0,81</u> |
| <u>1</u> | <u>28,58</u> | <u>26,80</u> | <u>0,89</u> |
| <u>1-1/4</u> | <u>34,93</u> | <u>32,79</u> | <u>1,07</u> |
| <u>1-1/2</u> | <u>41,28</u> | <u>38,79</u> | <u>1,24</u> |

Taula 2.41: Diàmetres normalitzats.

Un cop escollit el diàmetre es recalculerà la velocitat del fluid del circuit primari, inicialment presa com 1 m/s. Per realitzar aquest càlcul s'aïllarà la velocitat de l'equació 2.45, quedant:

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_{\max}}} \Rightarrow v_{\max} = \frac{4 \cdot Q}{D_n^2 \cdot \pi} \quad \text{(eq. 2.46)}$$

On D_n és el diàmetre normalitzat de la canonada, en metres.

Així s'obté per la canonada de 3/4" una velocitat de 0,95m/s. Aquesta velocitat entra dins dels límits establerts, per tant es dona com a vàlid el diàmetre escollit.

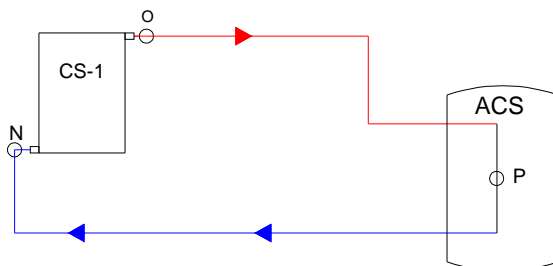
2.1.17.- Càlcul de les pèrdues de càrrega

Eliminado: 1

En el transcurs del recorregut del fluid, dels captadors fins als dipòsits, s'ha de tenir en compte la pèrdua de càrrega que s'hi produeix. Hi ha dos tipus de pèrdua de càrrega a tenir en compte, la que es deu al fregament del fluid amb les parets de la canonada, pèrdua de càrrega contínua; i la que es deguda a la resistència dels colzes, vàlvules i demés elements de la instal·lació, pèrdua de càrrega singular.

Per tal de determinar la pèrdua de càrrega dels circuits primaris es calcularà la pèrdua de càrrega de cada tram, així es comprovarà quin és el camí més desfavorable pel que circula el fluid, que es correspondrà al de major pèrdues.

En la figura 2.15 s'indiquen els trams a tenir en compte, en els que es divideixen els circuits.



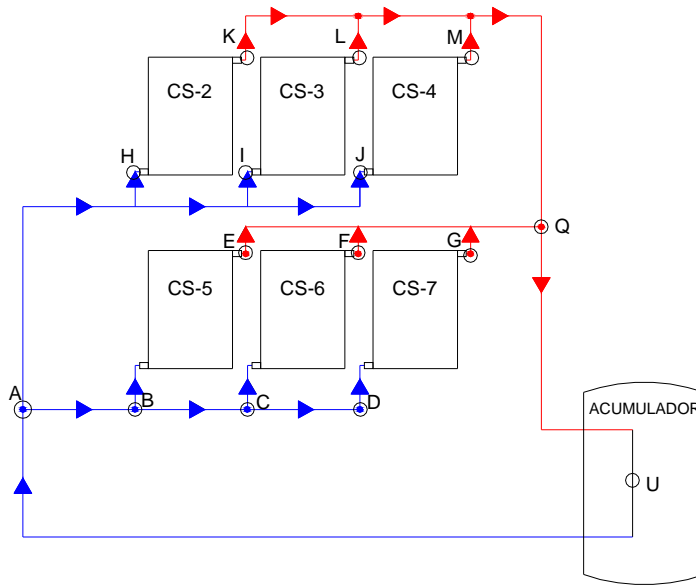


Figura 2.15: Esquema trams circuits.

2.1.17.1.- Pèrdues de càrrega contínues.

Per fer el càlcul de les pèrdues de càrrega en canonades circulars i conduccions de flux permanent i uniforme, es seguirà l'equació proposta per Darcy-Weisbach, mostrada en l'equació 2.47:

$$H_{rc} = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad \text{(eq. 2.47)}$$

On H_r és la pèrdua de càrrega, en m.c.a

L és la longitud de canonada, en m.

g és l'acceleració de la gravetat, marcada com $9,81 \text{ m/s}^2$.

f és el coeficient de fricció.

v és la velocitat en m/s.

d és el diàmetre interior de la canonada, en m.

Una altra manera d'escriure l'equació 2.47 serà introduint el cabal volumètric, el resultat es pot veure en l'equació 2.48:

$$H_{rc} = 0,0827 \cdot f \cdot L \cdot \frac{Q^2}{d^5} \quad (\text{eq. 2.48})$$

On Q és el cabal volumètric, en m³/s.

Eliminado: ---Salto de página---

Es necessitarà conèixer el coeficient de fricció per tal de poder calcular les pèrdues, per això abans s'haurà de calcular el nombre de Reynolds. Aquest nombre es calcularà com:

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot \nu} \quad (\text{eq. 2.49})$$

On Re és el nombre de Reynolds, adimensional.

μ és la viscositat cinemàtica, en Pa·s.

ρ és la densitat del fluid, en kg/m³.

d és el diàmetre interior de la canonada, en m.

v és la velocitat del fluid dins la canonada, en m/s.

Per tal de conèixer la velocitat del fluid aplicarem l'equació 2.50:

$$v = \frac{4 \cdot \dot{m}}{\rho \cdot \pi \cdot d^2} \quad (\text{eq. 2.50})$$

On \dot{m} és el cabal màssic circulant per la canonada, en kg/s.

Per tal de poder confirmar que el règim dins la canonada és laminar es pren la consideració $Re < 2000$, si el règim és laminar, f es pot calcular com:

$$f = \frac{64}{Re} \quad (\text{eq. 2.51})$$

En cas que el flux segueixi règim turbulent, llavors $Re \geq 2000$, per aquest cas f és una funció que depèn de la rugositat de la paret de la canonada, seguint les equacions 2.52 i 2.53:

$$\text{Si: } \varepsilon \leq \frac{5 \cdot \mu}{v \cdot \rho} \Rightarrow f = \frac{0,314}{0,7 - 1,65 \cdot \log_{10}(Re) + (\log_{10} \cdot Re)^2} \quad (\text{eq. 3.52})$$

$$\text{Si: } \varepsilon > \frac{5 \cdot \mu}{v \cdot \rho} \Rightarrow f = \frac{1,325}{\ln^2 \left[\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot d} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right]} \quad (\text{eq. 3.53})$$

Tenint en compte aquestes consideracions es calcularan les pèrdues contínues per a cadascun dels circuits primaris tram a tram.

Pèrdues de càrrega contínua per ACS.

| Tram | \dot{m} (kg/s) | L (m) | d | D_{int} (mm) | v (m/s) | Re | F | H_{rc} (mmca) |
|---|------------------|-------|------|----------------|---------|--------|--------|-----------------|
| N-P | 0,039 | 11,00 | 3/4" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 18,40 |
| P-O | 0,039 | 0,15 | 3/4" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 0,25 |
| O-N | 0,039 | 10,75 | 3/4" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 17,98 |
| TOTAL PÈRDUES CONTÍNUES ACS = 36,63 mmca | | | | | | | | |

Taula 2.42: Pèrdues contínues ACS.

Pèrdues de càrrega contínua per calefacció.

| Tram | \dot{m} (kg/s) | L (m) | d | D _{int} (mm) | V(m/s) | Re | F | H _{rc} (mmca) |
|---|------------------|-------|----|-----------------------|--------|--------|--------|------------------------|
| A-D | 0,117 | 6,00 | ¾" | 20,6 | 0,348 | 6291,5 | 0,0354 | 163,09 |
| D-C | 0,077 | 1,05 | ¾" | 20,6 | 0,229 | 4140,5 | 0,0402 | 12,66 |
| C-B | 0,039 | 1,05 | ¾" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 3,45 |
| D-G | 0,039 | 0,15 | ¾" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 0,49 |
| C-F | 0,039 | 0,15 | ¾" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 0,49 |
| B-E | 0,039 | 0,15 | ¾" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 0,49 |
| G-F | 0,039 | 1,05 | ¾" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 1,76 |
| G-E | 0,077 | 1,05 | ¾" | 20,6 | 0,229 | 4140,5 | 0,0402 | 5,48 |
| A-J | 0,117 | 10,5 | ¾" | 20,6 | 0,348 | 6291,5 | 0,0354 | 285,41 |
| J-H | 0,077 | 1,05 | ¾" | 20,6 | 0,229 | 4140,5 | 0,0402 | 12,66 |
| J-I | 0,039 | 1,05 | ¾" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 3,45 |
| J-M | 0,039 | 0,15 | ¾" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 0,49 |
| I-L | 0,039 | 0,15 | ¾" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 0,49 |
| H-K | 0,039 | 0,15 | ¾" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 0,49 |
| L-M | 0,039 | 1,05 | ¾" | 20,6 | 0,116 | 2097,2 | 0,0502 | 1,76 |
| K-M | 0,077 | 1,05 | ¾" | 20,6 | 0,229 | 4140,5 | 0,0402 | 12,66 |
| M-Q | 0,117 | 5,00 | ¾" | 20,6 | 0,348 | 6291,5 | 0,0354 | 53,11 |
| Q-U-A | 0,234 | 29,00 | ¾" | 26,8 | 0,411 | 9671,9 | 0,0314 | 292,76 |
| TOTAL PÈRDUES CONTÍNUES CALEFACCIÓ = 890,17 mmca | | | | | | | | |

Taula 2.43: Pèrdues contínues calefacció.

Per a dur els càlcul de les pèrdues contínues s'han emprat els valors de disseny associats a la instal·lació mostrats en la taula 2.43:

| | |
|--|----------------------------------|
| Densitat | <u>1.009 kg/m³</u> |
| Viscositat dinàmica | <u>1,15·10⁻³ Pa·s</u> |
| ε (coure) | <u>0,0015 mm</u> |
| \dot{m} per m2 de col·lector | <u>0,015 kg/s·m²</u> |

Taula 2.44: Valors de disseny pèrdues contínues.

2.1.17.2.- Pèrdues de càrrega singular.

Les pèrdues de càrrega singular estan associades a tots els elements que no són canonada i pels quals el fluid també fa el seu recorregut. Aquests elements, que fan que el fluid perdi la seva uniformitat, són vàlvules, colzes, canvis de direcció i canvis de secció entre d'altres.






















El càlcul rigorós de les pèrdues de càrrega equivalent pot ser un tema complex. Tenint en compte la instal·lació dissenyada en el present projecte es determina emprar un mètode senzill, en aquest cas s'emprarà el mètode de la longitud equivalent. Aquest mètode consisteix en substituir l'element per una longitud equivalent de tub, originant així la mateixa pèrdua per fregament.

La longitud equivalent de cadascun dels elements de la instal·lació es pot trobar en taules. Per al càlcul d'aquest apartat s'utilitzaran els valors de la taula 2.45 redactada per AFTA (Asociación de Fabricantes de Tubos).

Un cop coneguda la longitud equivalent, es pot calcular la pèrdua de càrrega de cada element mitjançant l'equació 2.54.

$$H_{rs} = f \cdot \frac{L_E}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad \text{(eq. 2.54)}$$

Es farà un estudi per a cadascun dels circuits primaris, el d'ACS i el de calefacció, on es tindran en compte tots els elements singulars dels circuits. Els elements que més apareixen en els circuits són, majoritàriament colzes, derivacions en T i vàlvules.

| Clase de resistencia aislada | | Diámetros nominales de las tuberías | | | | | | | | | |
|---|---|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 3/8 10 | 1/2 15 | 3/4 20 | 1 25 | 1 1/4 32 | 1 1/2 40 | 2 50 | 2 1/2 65 | 3 80 | 4 100 |
|  | manguito de unión | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | 0,12 | 0,15 |
|  | cono de reducción | 0,20 | 0,30 | 0,50 | 0,65 | 0,85 | 1,00 | 1,30 | 2,00 | 2,30 | 3,00 |
|  | codo o curva de 45° | 0,20 | 0,34 | 0,43 | 0,47 | 0,56 | 0,70 | 0,83 | 1,00 | 1,18 | 1,25 |
|  | curva de 90° | 0,18 | 0,33 | 0,45 | 0,60 | 0,84 | 0,96 | 1,27 | 1,48 | 1,54 | 1,97 |
|  | codo de 90° | 0,38 | 0,50 | 0,63 | 0,76 | 1,01 | 1,32 | 1,71 | 1,94 | 2,01 | 2,21 |
|  | "te" de 45° | 1,02 | 0,84 | 0,90 | 0,96 | 1,20 | 1,50 | 1,80 | 2,10 | 2,40 | 2,70 |
|  | "te" arqueada o de curvas ("pantalones") | 1,50 | 1,68 | 1,80 | 1,92 | 2,40 | 3,00 | 3,60 | 4,20 | 4,80 | 5,40 |
|  | "te" confluencia de ramal (paso recto) | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 |
|  | "te" derivación a ramal | 1,80 | 2,50 | 3,00 | 3,60 | 4,10 | 4,60 | 5,00 | 5,50 | 6,20 | 6,90 |
|  | válvula retención de batiente de pistón | 0,20 1,33 | 0,30 1,70 | 0,55 2,32 | 0,75 2,85 | 1,15 3,72 | 1,50 4,67 | 1,90 5,75 | 2,65 6,91 | 3,40 8,40 | 4,85 11,1 |
|  | válvula retención paso de escuadra | 5,10 | 5,40 | 6,50 | 8,50 | 11,50 | 13,0 | 16,5 | 21,0 | 25,0 | 36,0 |
|  | válvula de compuerta abierta | 0,14 | 0,18 | 0,21 | 0,26 | 0,36 | 0,44 | 0,55 | 0,69 | 0,81 | 1,09 |
|  | válvula de paso recto y asiento inclinado | 1,10 | 1,34 | 1,74 | 2,28 | 2,89 | 3,46 | 4,53 | 5,51 | 6,69 | 8,80 |
|  | válvula de globo | 4,05 | 4,95 | 6,25 | 8,25 | 10,8 | 13,0 | 17,0 | 21,0 | 25,0 | 33,0 |
|  | válvula de escuadra o ángulo (abierta) | 1,90 | 2,55 | 3,35 | 4,30 | 5,60 | 6,85 | 8,60 | 11,1 | 13,7 | 17,1 |
|  | válvula de asiento de paso recto | - | 3,40 | 3,60 | 4,50 | 5,65 | 8,10 | 9,00 | - | - | - |
|  | intercambiador | - | - | - | 2,1 | 5 | 12,5 | 13,2 | 14,2 | 25 | - |
|  | radiador | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,75 | 6,50 | 7,00 | 7,50 |
|  | radiador con valvulería | 3,75 | 4,40 | 5,25 | 6,00 | 6,75 | 7,50 | 8,80 | 10,10 | 11,40 | 12,70 |
|  | caldera | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,75 | 6,50 | 7,00 | 7,50 |
|  | caldera con valvulería | 3,00 | 4,20 | 4,90 | 5,60 | 6,30 | 7,00 | 8,00 | 8,75 | 9,50 | 10,00 |
|  | contador | general 4,5 m.c.a. individual o divisionario 10 m.c.a. | | | | | | | | | |

Taula 2.45: Longitud equivalent per diferents elements.

Segons l'equació 2.54 i els les longituds equivalents extretes de la taula 2.45, els valors obtinguts de pèrdues de càrrega singulars per cadascun dels circuits primaris es mostren a continuació.

Pèrdues de càrrega singulars per ACS.

| Tram | Singularitat | L _E (m) | Nombre singularitats | H _{rs} (mmca) | Total tram (mmca) |
|--|-------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| O-P-N | Vàlvula equilibrat | 0,81 | 2 | 1,354 | 62,679 |
| | Vàlvula antiretorn | 1,85 | 5 | 7,291 | |
| | Vàlvula de tall | 2,32 | 8 | 25,292 | |
| | Entrada/sortida dipòsit | 1,60 | 2 | 18,402 | |
| | Colze 90º | 0,63 | 5 | 10,34 | |
| TOTAL PÈRDUES SINGULARS FIGURES ACS= 62,679 mmca | | | | | |

Taula 2.46: Pèrdues de càrrega ACS.

El total de pèrdues de càrrega singulars en el circuit primari d' ACS, tenint en compte tots els elements, són 62,679 mmca.

Pèrdues de càrrega singulars per calefacció.

| Tram | Singularitat | $L_E(m)$ | Nombre singularitats | H_{rs} (mmca) | Total tram (mmca) |
|------------|------------------------|-------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| <u>A-D</u> | <u>Vàlvula de tall</u> | <u>2,32</u> | 3 | 7,120 | 18,03 |
| | <u>Derivació en T</u> | <u>0,20</u> | 3 | 0,814 | |
| | <u>Colze 90°</u> | <u>0,63</u> | 5 | 1,933 | |

| Tram | Singularitat | L _E (m) | Nombre singularitats | H _{rs} (mmca) | Total tram (mmca) |
|---|-------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| | Vàlvula antiretorn | 1,85 | 3 | 5,677 | |
| | Vàlvula equilibrat | 0,81 | 1 | 2,486 | |
| E-Q | Vàlvula de tall | 2,32 | 3 | 7,120 | 15,25 |
| | Derivació en T | 0,20 | 3 | 0,814 | |
| | Colze 90º | 0,63 | 4 | 1,546 | |
| | Vàlvula antiretorn | 1,85 | 3 | 5,677 | |
| A-J | Vàlvula de tall | 2,32 | 3 | 7,120 | 18,03 |
| | Derivació en T | 0,20 | 3 | 0,814 | |
| | Colze 90º | 0,63 | 5 | 1,933 | |
| | Vàlvula antiretorn | 1,85 | 3 | 5,677 | |
| | Vàlvula equilibrat | 0,81 | 1 | 2,486 | |
| K-Q | Vàlvula de tall | 2,32 | 3 | 7,120 | 15,25 |
| | Derivació en T | 0,20 | 3 | 0,814 | |
| | Colze 90º | 0,63 | 4 | 1,546 | |
| | Vàlvula antiretorn | 1,85 | 3 | 5,677 | |
| M-Q | Colze 90º | 0,63 | 1 | 2,068 | 2,608 |
| G-Q | Colze 90º | 0,63 | 1 | 2,068 | 2,608 |
| Q-U-A | Vàlvula equilibrat | 0,21 | 2 | 2,288 | 51,863 |
| | Vàlvula de tall | 2,32 | 2 | 25,278 | |
| | Entrada/sortida dipòsit | 1,60 | 2 | 17,433 | |
| | Colze 90º | 0,63 | 12 | 6,864 | |
| TOTAL PÈRDUES SINGULARS FIGURES= 122,522 mmca | | | | | |

Taula 2.47: Pèrdues de càrrega singulars calefacció.

2.1.17.3.- Pèrdues de càrrega singular d'altres elements.

Altres elements a tenir en compte en el càlcul de pèrdues singulars són els captadors solars i els serpentins del circuit. Aquestes pèrdues es determinen o bé mitjançant la informació que dóna el fabricant, o bé càlculs particulars per a cada element.

Pèrdues en els captadors.

Segons el catàleg del fabricant del captador escollit, Takama T-2 Inox, les pèrdues de càrrega es poden llegir de la figura 2.16. En aquesta figura es poden llegir les pèrdues en funció del cabal circulant. La caiguda de pressió del captador es determina considerant com a fluid caloportador aigua a temperatura ambient.

El cabal obtingut en l'apartat 2.1.6, G_{fluid} resulta ser $0,015 \text{ kg/s}\cdot\text{m}^2$, sent així el cabal màssic que circula per cada captador es pot obtenir com:

$$\dot{m}_{cap} = G_{fluid} \cdot A_c \quad (\text{eq. 2.55})$$

On: \dot{m}_{cap} és el cabal màssic que circula per cada captador, en kg/s .

G_{fluid} és el cabal màssic del fluid circulant pel circuit primari per m^2 de captació, $\text{kg/s}\cdot\text{m}^2$.

A_c és l'àrea de captació de cada captador solar, $2,59\text{m}^2$.

El resultat que s'obté és un cabal màssic de $0,039 \text{ kg/s}$. La figura donada pel fabricant dóna les pèrdues de càrrega en funció del cabal volumètric, en l/min , així doncs, s'ha de dur a terme la següent conversió:

$$C(\text{l/min}) = \frac{\dot{m}(\text{kg/s})}{\rho(\text{kg/m}^3)} \cdot \frac{60(\text{s})}{1(\text{min})} \cdot \frac{1000(\text{l})}{1(\text{m}^3)} \quad (\text{eq. 2.35})$$

On: C és el cabal volumètric per captador, en l/min
 ρ és la densitat del fluid caloportador, 1009kg/m³.

Amb aquesta transformació el cabal volumètric és 2,32 l/min. Segons aquesta dada, un cop introduïda al la figura donada pel fabricant, la pèrdua que s'obté en cada captador és de 35 mmca

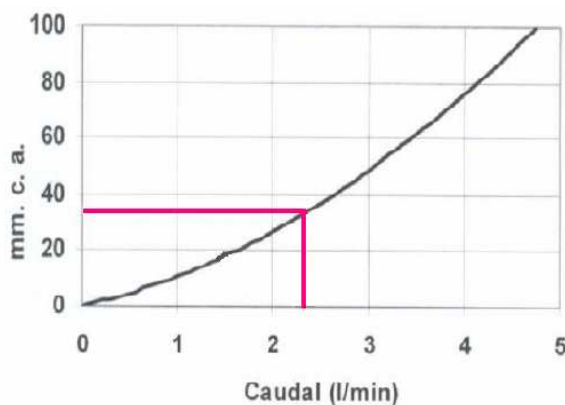


Figura 2.16: Pèrdues en els captadors solars.

Aquesta pèrdua s'haurà de tenir en compte en els trams que contenen un captador solar entremig.

Pèrdues en els serpentins.

Sobre pèrdues de càrrega en serpentins no es tenen dades, però es pot fer una aproximació si es coneix la superfície de bescanvi (S_s) i el diàmetre interior del tub del serpentí (d_s). Amb aquestes dades es pot trobar la longitud equivalent a un tram recte de canonada, per calcular les pèrdues tal i com s'ha fet en els trams rectes. Mitjançant l'equació 2.56 es trobarà la longitud equivalent dels serpentins de la instal·lació.

$$L_s = \frac{S_s}{\pi d_s} \quad (\text{eq. 2.56})$$

On: L_s és la longitud equivalent del serpentí de bescanvi, en m.

S_s és la superfície de bescanvi del serpentí, en m^2 .

d_s és el diàmetre interior del serpentí de bescanvi, en m.

Els resultats obtinguts es mostren en la taula 2.48.

| Tram | \dot{m} (kg/s) | S_s (m^2) | d_s | L_s (m) | v (m/s) | Re | f | H_{rs} |
|-------|---------------------|--------------------|-------|-----------|-----------|--------|--------|----------|
| O-P-N | 0,039 | 0,95 | 1" | 11,2 | 0,076 | 1700,2 | 0,0902 | 121,3 |
| Q-U-A | 0,234 | 3,00 | 1" | 35,4 | 0,492 | 9671,9 | 0,0789 | 878,5 |

Taula 2.48: Pèrdua de càrrega en els serpentins.

2.1.17.4.- Pèrdues de càrrega total ACS.

Un cop calculades per separat totes les pèrdues de càrrega del circuit primari d'ACS és el moment de conèixer el resultat del total. Aquest total es calcularà com la suma de les pèrdues de cada tram, ja siguin continues o singulars.

$$H_{r,ACS} = H_{rc} + H_{rs}(\text{singularitats}) + H_{rs}(\text{captadors}) + H_{rs}(\text{serpentins}) \quad (\text{eq. 2.57})$$

Segons l'equació 2.37, i utilitzant els resultats obtinguts de calcular les pèrdues de càrrega de cada tram, les pèrdues totals del circuit primari d'ACS són **220,679 mm.c.a.**

Abans s'ha establert la pèrdua màxima com 40 mm.c.a./ml. Tenint en compte que el circuit primari d'ACS són 33,2m i les pèrdues totals són 220,679 mm.c.a resulta a 0,157 mm.c.a/ml. Pèrdua perfectament acceptable.

2.1.17.5.- Pèrdues de càrrega total de calefacció.

Tal i com s'ha calculat el total de pèrdues de càrrega en el circuit d'ACS, és farà en el circuit de calefacció. Les pèrdues de càrrega total en el circuit primari de calefacció es calcularà com la suma de les pèrdues de cada tram, ja siguin contínues o singulars.

$$H_{rcal} = H_{rc} + H_{rs}(\text{singularitats}) + H_{rs}(\text{captadors}) + H_{rs}(\text{serpentins}) \quad \text{(eq. 2.58)}$$

Segons l'equació 2.38, i utilitzant els resultats obtinguts de calcular les pèrdues de càrrega de cada tram, les pèrdues totals del circuit primari de calefacció són 1781,22 mm.c.a.

Abans s'ha establert la pèrdua màxima com 40 mm.c.a./ml. Tenint en compte que el circuit primari de calefacció són 144,05 i les pèrdues totals són 1781,22 mm.c.a resulta a 12,36 mm.c.a/ml. Pèrdua perfectament acceptable.

2.1.18.- Selecció de la bomba de circulació.

Serà necessari un element dins la instal·lació que s'encarregui de fer circular el fluid pel circuit primari a més a més de compensar les pèrdues de càrrega que s'hi produeixen. Aquestes seran funcions de la bomba de circulació. Per a cadascun dels circuits, ACS i calefacció, s'ha de seleccionar la bomba que millor s'adeqüi a la instal·lació. S'haurà de valorar la situació més desfavorable, n el cas d'ACS el fluid només pot seguir un camí; en canvi en el cas de la calefacció es tindrà en compte el recorregut de fluid que major pèrdua tingui.

2.1.18.1.- Selecció bomba per circuit ACS.

Les pèrdues en aquest circuit primari són de 220,769 mm.c.a, tal i com s'ha calculat en l'apartat 2.1.17.4 del present annex. Segons aquest resultat, i després de consultar diferents marques es pren la determinació d'instal·lar el grup hidràulic Roca khs10, les característiques tècniques més rellevants són:

- Alçada màxima : 4800 mmca.
- Nombre de velocitats : 3.
- Potència màxima : 65W.
- Potència mitja : 45W.
- Potència econòmica : 30W.
- Temperatura màxima : 100°C.
- Cabal per 1 captador: 1,5 l/min.

L'emplenat de la instal·lació d'ACS s'efectuarà per la part superior de la instal·lació per evitar haver de tenir una sobre pressió e el moment de posta en marxa.

2.1.18.2.- Selecció bomba per circuit calefacció.

Les pèrdues en el circuit de calefacció són 1781,22mm.c.a. Segons aquest resultat, i després de consultar diferents marques es pren la determinació d'instal·lar el mateix grup que per l'ACS, el grup hidràulic Roca khs10, les característiques tècniques més rellevants són:

- Alçada màxima : 4800 mmca.
- Nombre de velocitats : 3.
- Potència màxima : 65W.
- Potència mitja : 45W.
- Potència econòmica : 30W.
- Temperatura màxima : 100°C.

- Cabal per 6 captadors: 9 l/min.

L'emplenat de la instal·lació de calefacció s'efectuarà per la part superior de la instal·lació per evitar haver de tenir una sobre pressió e el moment de posta en marxa.

2.1.19.- Càlcul del vas d'expansió.

El vas d'expansió és un element imprescindible en qualsevol instal·lació com la que es dissenya en el present projecte. Aquest element és l'encarregat d'absorbir les variacions de volum del fluid caloportador al variar la seva temperatura. Aquestes variacions de pressió es deuen a la dilatació que pateix el fluid degut a l'augment de temperatura. Sempre que sigui possible s'instal·larà en l'aspiració de la bomba. Per tal de determinar el volum del vas d'expansió, segons ITE 02.8.4, es farà seguint les instruccions de la UNE 100155:2004, referent al disseny i càlcul de sistemes d'expansió.

Primerament s'haurà de conèixer el volum del fluid que circula pel circuit primari. Coneixent el volum en litres expansionats per 1kg d'aigua a diferents temperatures, i partint d'una temperatura d'emplenat de 4°C d'acord amb la UNE 100155:2004, es pot calcular el coeficient d'expansió de l'aigua mitjançant l'equació 2.59:

$$C_e = (3,24 \cdot T^2 + 102,13 \cdot T - 2.708,3) \cdot 10^{-6} \quad \text{(eq. 2.59)}$$

On: C_e és el coeficient d'expansió de l'aigua a una temperatura determinada.

T és la temperatura de l'aigua.

Els resultats d'aplicar l'equació 2.59 es mostren en la taula 2.49:

| Temperatura(°C) | Ce |
|-----------------|--------|
| 40 | 0,0066 |
| 50 | 0,0105 |
| 60 | 0,0151 |
| 70 | 0,0204 |
| 80 | 0,0262 |
| 90 | 0,0328 |

Taula 2.49: Volum expansionat per kg d'aigua en funció de T.

La capacitat mínima del vas d'expansió serà igual a l'increment de volum ΔV , calculat com:

$$\Delta V = V \cdot C_e \quad (\text{eq. 2.60})$$

On: V és el volum del fluid del circuit primari, en litres.

ΔV és l'increment de volum que pot arribar a sofrir la instal·lació.

Es considerarà el volum del fluid del circuit primari (V) com la suma del contingut de les canonades i dels altres elements del sistema. El volum mig contingut per m lineal de canonada es mostra en la taula 2.50:

| Diàmetre | Contingut(l) | Diàmetre | Contingut(l) |
|----------|--------------|----------|--------------|
| 3/8" | 0,13 | 1-1/2" | 1,40 |
| 1/2" | 0,22 | 2" | 2,30 |
| 3/4" | 0,38 | 2-1/2" | 3,80 |
| 1" | 0,61 | 3" | 5,25 |
| 1-1/4" | 1,10 | 4" | 8,90 |

Taula 2.50: Volum contingut en m lineal de canonada.

Al circuit hidràulic del circuit primari hi circula el fluid caloportador, que és una barreja d'aigua o anticongelant, del que no es coneix dilatació volumètrica. Per tal de poder conèixer el coeficient de dilatació, es farà ús de l'equació 2.61:

$$\beta = \frac{\Delta V}{\Delta T \cdot V_1} = \frac{V_2 - V_1}{(T_2 - T_1) \cdot V_1} = \frac{\frac{m}{\rho_2} - \frac{m}{\rho_1}}{(T_2 - T_1) \cdot \frac{m}{\rho_1}} = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_2 (T_2 - T_1)} \quad \text{(eq. 2.61)}$$

On β és el coeficient de dilatació volumètrica del propilenglicol, $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

ρ_1 és la densitat per temperatura1, en kg/m^3 .

ρ_2 és la densitat per temperatura2, en kg/m^3 .

T_1 és la temperatura 1, en $^{\circ}\text{C}$.

T_2 és la temperatura 2, $^{\circ}\text{C}$.

Es prenen dos punts de referència de diferents temperatura, en aquest cas s'escullen $T_1=20^{\circ}\text{C}$ i $T_2=90^{\circ}\text{C}$. Per aquests punts la seva densitat és $\rho_1=1.036 \text{ kg/m}^3$ i $\rho_2=995 \text{ kg/m}^3$ respectivament. Substituint aquests valors en l'equació 2.61, es determina un coeficient de dilatació volumètrica del propilenglicol de $\beta_{\text{prop}}=5,90 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. El coeficient de dilatació volumètrica de l'aigua és valor conegut i que apareix en la majoria de llibres de referència. El seu valor és $\beta_{\text{aigua}}=2,10 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Per poder conèixer la variació de volum de la mescla aigua-propilenglicol, s'ha de fer la mitja ponderada on es tingui en compte el percentatge en volum dels dos components segons l'equació 2.62:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta V_a + \Delta V_p}{V} = \Delta T \cdot \left(\frac{\beta_a \cdot V_a}{V} + \frac{\beta_p \cdot V_p}{V} \right) = (T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) \cdot (\beta_a \cdot f_a^{\text{VOL}} + \beta_{\text{prop}} \cdot f_{\text{prop}}^{\text{VOL}}) \quad \text{(eq. 2.62)}$$

On f_a^{VOL} és la fracció volumètrica d'aigua i té un valor de 0,65.

$f_{\text{prop}}^{\text{VOL}}$ és la fracció volumètrica de propilenglicol i té un valor de 0,35.

Ara s'ha de determinar T_{max} i T_{min} de la mescla d'aigua i anticongelant. La vàlvula de seguretat no actua fins que l'aigua bull, a $102,8^{\circ}\text{C}$, aquest valor es

prendrà com T_{max} . Si es pren com referència diferents dades tècniques, s'estableix que la temperatura on l'aigua té el seu volum mínim és $4^{\circ}C$, aquest serà doncs el valor de T_{min} . Amb aquestes determinacions s'obté un valor

$$\frac{\Delta V}{V} = 0,0339.$$

2.1.19.1.- Selecció vas expansió per ACS.

L'últim pas per calcular el volum del vas d'expansió és conèixer el volum total de fluid a la instal·lació. Tal i com s'ha comentat anteriorment s'hauran de tenir en compte tant els trams de canonada com altres elements del circuit. En la taula 2.51 es mostra en resum el volum total del circuit primari d'ACS.

| | | |
|--|-----------------|----------------|
| <u>Trams $\frac{3}{4}$"</u> | <u>33,4 m</u> | <u>102,8 l</u> |
| <u>Bescanviador ACS</u> | <u>6,4 l</u> | |
| <u>Captador solar</u> | <u>1,5 l/ud</u> | <u>1,5 l</u> |
| <u>TOTAL= 168,4 l</u> | | |

Taula 2.51: Volum circuit primari.

Es coneixerà l'increment possible de volum mitjançant l'equació 2.63:

$$\Delta V = V \cdot \frac{\Delta V}{V} \quad (\text{eq. 2.63})$$

El resultat d'aplicar l'equació 2.63 és $\Delta V = 5,71l$. Segons el Rite, el volum mínim que ha de tenir el vas d'expansió és un 6% del volum total del fluid. El 6% de 168,4l equival a 10,10l, valor que supera en un 76,6% a l'augment del volum màxim que pot sofrir el fluid del circuit primari.

Segons els requisits i requeriments, i després dels càlculs pertinents els vas d'expansió escollit es correspon a un vas de 15 litres de capacitat de la casa Salvador Escoda, model 15AMR-E.

2.1.19.1.- Selecció vas expansió per calefacció.

Tal i com s'ha dut a terme per calcular el vas d'expansió del circuit d'ACS, l'últim pas per calcular el volum del vas d'expansió és conèixer el volum total de fluid a la instal·lació. En la taula 2.52 es mostra en resum el volum total del circuit primari de calefacció

| | | |
|--|----------|---------|
| <u>Trams $\frac{3}{4}$"</u> | 54m | 205,5 l |
| <u>Bescanviador d'inèrcia</u> | 18,9 l | |
| <u>Captadors solars</u> | 1,5 l/ud | 9 l |
| TOTAL= 233,1 l | | |

Taula 2.52: Volum circuit primari.

El resultat d'aplicar l'equació 2.63, en aquest cas amb el volum obtingut en la taula 2.52, és $\Delta V = 7,9$ l. Segons el Rite, el volum mínim que ha de tenir el vas d'expansió és un 6% del volum total del fluid. El 6% de 233,1l equival a 13,98 l, valor que supera en un 76,9% a l'augment del volum màxim que pot sofrir el fluid del circuit primari.

Segons els requisits i requeriments, i després dels càlculs pertinents els vas d'expansió escollit es correspon a un vas de 15 litres de capacitat de la casa Salvador Escoda, model 15AMR-E.

2.1.20.- Càlcul canonada de buidat.

La instal·lació ha de tenir una via de buidat en cas que sigui necessari buidar part o tot el fluid que per ella circula. Per aquesta raó haurà d'existir una canonada de buidat, que tal i com els seu nom indica serà l'encarregada d'evacuar el fluid. Segons la ITE 2.8.3 el diàmetre mínim de buidat és de 15mm, i augmentarà com major sigui la potència dels generadors de calor de la instal·lació, tal i com es mostra en la taula 2.53.

En la instal·lació del present projecte la potència màxima no és superior als 50kW, per tant el diàmetre necessari per la canonada de buidat és de 15mm.

| Potència màxima al circuit(kW) | Diàmetre mínim(mm) |
|---|--------------------|
| <u>$P < 50$</u> | <u>15</u> |
| <u>$50 < P < 150$</u> | <u>20</u> |
| <u>$150 < P < 500$</u> | <u>25</u> |
| <u>$500 < P$</u> | <u>32</u> |

Taula 2.53: Diàmetres mínims canonada buidat.

2.1.21.- Càlcul de la potència de la caldera.

En la instal·lació s'aprofitarà la caldera ja existent, per tal de comprovar que proporcionarà l'energia auxiliar necessària per suplir on l'energia solar tèrmica no arriba es farà el càlcul de la potència necessària de caldera. Un cop coneguda aquesta potència es comprovarà que la caldera instal·lada compleix les condicions. En cas contrari s'haurà de renovar.

La potència de la caldera ve donada per l'equació 2.64:

$$P_{caldera} = (Q_{TOT} + Q_{PERDUES}) \cdot a \quad \text{(eq. 2.64)}$$

On Q_{TOT} és la potència total per calefacció i ACS, en W.

$Q_{PERDUES}$ són les pèrdues de calor en les canonades i d'altres, en W.

a és l'augment de potència per inèrcia, és 1.1.

Es considerarà la potència total Q_{TOT} , la més desfavorable, o sigui, la més alta que resulta de sumar la més alta d'ACS i calefacció. Segons les dades obtingudes de càlculs en el present annex i càlculs realitzats amb el programa DpClima. Segons això el major consum energètic per ACS és als mesos de desembre i gener amb 856,66MJ/mes, equivalents a 319,83 W. I per calefacció trobem que la potència màxima a aplicar (calculada amb DpClima) és de 14.315W. Segons la normativa aplicada les pèrdues de calor no poden superar el 5%. Amb totes aquestes dades el resultat de l'equació 2.43 és aproximadament de 18 kW.

La caldera existent és una Thema Condens F AS 24 GN de la marca Saunier Duval, la potència útil de la qual és 25,80 kW. Segons els càlculs realitzats en aquest apartat de l'annex aquesta caldera és adaptable a la instal·lació que es dissenya. Si per algun motiu s'hagués de canviar, seria possible instal·lar una caldera amb una potència inferior, sempre sense ser menys de 18kW.

2.1.22.- Càlcul resistència estructural del sostre.

S'ha de tenir en compte que per poder dur a terme l'obra d'instal·lació, el sostre sobre el qual va muntada la instal·lació dona la seguretat de no vèncer. La càrrega per m^2 de recolzament del captador es pot calcular amb l'equació 2.65:

$$C_{\text{captador}} \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right) = \frac{m_{\text{captador}} (\text{kg}) \cdot \frac{9,81 \text{N}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{kN}}{1000 \text{N}}}{A_{\text{recolzament}}} \quad (\text{eq. 2.65})$$

On C_{captador} és la càrrega que aporten els captadors per m^2 , en kN/m^2 .

m_{captador} és la massa del captador inclòs el fluid caloportador, en kg.

$A_{\text{recolzament}}$ és l'àrea de recolzament del captador, en m^2 .

El valor obtingut de la càrrega dels captadors s'haurà de comparar amb el valor de sobrecàrrega d'ús del sostre de la vivenda. Aquest valor s'extreu del projecte i plànols fets pel facultatiu en el moment de construcció de la vivenda.

En aquest cas el valor de sobrecàrrega per ús és 1kN/m^2 .

Amb les dades que es coneixen:

- Pes del captador ple de fluid; $m_{\text{captador}} = 43,5 \text{kg}$.

- Àrea de recolzament; $A_{\text{recolzament}} = 2 \text{m}^2$.

S'obté de l'equació 2.44 un resultat de $C_{\text{captador}} = 0,21 \text{kN/m}^2$.

Com es pot veure el valor obtingut mostra que no hi haurà cap problema en col·locar la instal·lació en el sostre de la casa, i no és necessari cap tipus de reforç ni recalcul de l'estructura inicial.

3.- PLÀNOLS.



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

Índex dels plànols.

| | |
|--|------------|
| 3.1.-SITUACIÓ | 184 |
| 3.2.- EMPLAÇAMENT. | 185 |
| 3.3.- FAÇANES..... | 186 |
| 3.4.- PLANTA BAIXA..... | 187 |
| 3.5.-PRIMERA PLANTA. | 188 |
| 3.6.- SITUACIÓ CAPTADORS..... | 189 |
| 3.7.-DIAGRAMA DE PRINCIPIA ACS. | 190 |
| 3.8.- DIAGRAMA D'ENGINYERIA ACS. | 191 |
| 3.9.- DIAGRAMA DE PRINCIPI CALEFACCIÓ..... | 192 |
| 3.10.- DIAGRAMA D'ENGNYERIA CALEFACCIÓ..... | 193 |
| 3.11.- DIPÒSITS. | 194 |

3.1.-SITUACIÓ

3.2.- EMPLAÇAMENT.

3.3.- FAÇANES.

3.4.- PLANTA BAIXA.

3.5.-PRIMERA PLANTA.

3.6.- SITUACIÓ CAPTADORS.

3.7.-DIAGRAMA DE PRINCIPIA ACS.

3.8.- DIAGRAMA D'ENGINYERIA ACS.

3.9.- DIAGRAMA DE PRINCIPI CALEFACCIÓ.

3.10.- DIAGRAMA D'ENGINYERIA CALEFACCIÓ.

3.11.- DIPÒSITS.

4.- PLEC DE CONDICIONS.



Índex del plec de condicions.

| | |
|--|------------|
| 4.- PLEC DE CONDICIONS..... | 195 |
| <i>Índex del plec de condicions.....</i> | 197 |
| 4.1.- NORMATIVA. | 199 |
| 4.2.- INSTAL·LACIÓ I POSTA EN MARXA. | 200 |
| 4.2.1.- Muntatge. | 200 |
| 4.2.1.1.- Generalitats..... | 201 |
| 4.2.1.2.- Muntatge de canonades i accessoris..... | 203 |
| 4.2.2.-Posta en marxa..... | 207 |
| 4.3.- MANTENIMET INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA. | 208 |
| 4.4.- FULLS D'ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES..... | 212 |
| 4.4.1.- Captador solar. | 212 |
| 4.4.2.- Dipòsit acumulador. | 213 |
| 4.4.3.- Dipòsit d'inèrcia..... | 215 |
| 4.4.4.- Dissipador d'escalfor..... | 216 |
| 4.4.5.- Grup hidràulic..... | 217 |
| 4.4.6.- Centraleta reguladora | 218 |
| 4.4.7.- Vas d'expansió..... | 219 |



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i
calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

4.1.- NORMATIVA.

La instal·lació solar cal que compleixi les normes i reglaments que es descriuen a continuació i la reglamentació vigent durant la realització de les obres.

UNE 157001:2002 Criteris generales per l'elaboració de projectes, i les corresponents normes de consulta interiors.

Normes UNE-EN ISO de dibuix tècnic.

Reglament de les Instal·lacions Tèrmiques als Edificis (RITE) i les seves Instruccions Tècniques Complementaries (ITC).

Código Técnico de la Edificación (CTE).

Normes UNE referents als càlculs d'instal·lacions de calefacció, ACS i col·lectors solars tèrmics.

Normes UNE i referents als materials i dispositius utilitzats.

UNE EN 12975 - 2:2002 Sistemes solars tèrmics i components. Captadors solars. Part 2: Mètodes d'assaig.

Reial Decret Legislatiu 1.302/1986 del 28 de Juny, sobre avaluació del impacte ambiental. (BOE 30-6-86).

Reial Decret del 30 de setembre de 1998. Reglament per l'execució del Reial Decret Legislatiu. 302/1986, de 28 de juny, d'avaluació d'impacte ambiental.

4.2.- INSTAL·LACIÓ I POSTA EN MARXA.

4.2.1.- Muntatge.

Tal i com indica la ITE 05 del RITE, el muntatge de la instal·lació haurà de ser efectuat per una empresa instal·ladora, registrada segons la ITE 11 del mateix document.

Les normes que es desenvolupen en la mencionada ITE 05, han d'entendre's com la exigència dels treballs de muntatge, proves i neteja es realitzin correctament, de forma que:

- la instal·lació a la seva entrega, compleixi amb els requisits que senyala el capítol segon del RITE;
- l'execució de les tasques parcials interfereixi el menys possible amb el treball d'altres oficis.

És responsabilitat de l'empresa instal·ladora el compliment de la bona pràctica desenvolupada en aquest epígraf. L'empresa instal·ladora seguirà estrictament els criteris exposats en els documents del projecte d'instal·lació. L'empresa instal·ladora haurà d'efectuar els dibuixos detallats dels equips, aparells etc, que indiquin clarament dimensions, espais lliures, situació de les connexions, pes i tota altra informació sigui necessària per la seva correcta avaluació. Els plànols i esquemes de detall podran ser substituïts per follets o catàlegs dels fabricants de l'equip o aparell. L'empresa instal·ladora anirà emmagatzemant en un lloc establert prèviament tots els materials necessaris per executar l'obra, de forma escalonada segons necessitats. Abans de començar els treballs de muntatge l'empresa instal·ladora haurà d'efectuar el replanteig de tots i cadascun dels elements de la instal·lació. El replanteig haurà de contar amb l'aprovació del director de la instal·lació. La empresa instal·ladora haurà de cooperar plenament amb els altres contractistes, entregant tota la documentació necessària a fi de que els treballs transcorrin sense interferències ni retràs.

4.2.1.1.- Generalitats

Els materials vindran de fàbrica convenientment embalats amb l'objecte de protegir-los contra els elements climatològics i cops durant el transport, així com durant la seva permanència en un lloc d'emmagatzematge. Els embalatges de components pesats o voluminosos disposaran dels convenients reforços de protecció i elements per enganxar que facilitin les operacions de càrrega i descàrrega, amb la deguda seguretat i correcció. Externament a l'embalatge i en un lloc visible es col·locaran etiquetes que indicaran inequívocament el material contingut en el seu interior.

A l'arribada a l'obra es comprovarà que les característiques tècniques de tots els materials corresponguin amb les especificades en el projecte.

Protecció

Durant l'emmagatzematge en l'obra i una vegada instal·lats es deuran protegir tots els materials de desperfectes i danys, així com de la humitat. Les obertures de connexió de tots els aparells i equips hauran d'estar convenientment protegides durant el transport, emmagatzematge i muntatge, fins tant no procedeixi la seva unió. Les proteccions hauran de tenir forma i resistència adequada per evitar l'entrada de cossos estranys i brutícies, així com els danys mecànics que puguin sofrir les superfícies d'acoblament de brides, rosques, maneguets, etc. Si es de témer l'oxidació de les superfícies anomenades, aquestes s'hauran de recobrir amb pintures antioxidant, greixos o olis que hauran de ser eliminats en el moment del acoblament .

S'haurà de tenir compte especial amb als materials fràgils i delicats, com materials aïllants, aparells de control i mesura etc, que hauran de quedar protegits.

Neteja

Durant el muntatge de les instal·lacions s'hauran d'evacuar de l'obra tots els materials sobrants de treballs efectuats amb anterioritat, com embalatges, retalls de canonades, materials aïllants, etc. Així mateix, a la fi de l'obra, s'hauran de netejar perfectament de qualsevol brutícia totes les parts de la instal·lació.

Sorolls i vibracions

Tota instal·lació haurà de funcionar, baix qualsevol condició de càrrega, sense produir sorolls o vibracions que es puguin considerar inacceptables o que sobrepassin els nivells màxims establerts en el RITE.

Les correccions que hagin d'introduir-se en els equips per reduir els sorolls o vibracions hauran d'adequar-se a les recomanacions del fabricant de l'equip.

Accessibilitat

Els elements de mesura, control, protecció i maniobra s'hauran de instal·lar en llocs visibles i fàcilment accessibles, sense necessitat de desmuntar ninguna part de la instal·lació, particularment quant compleixin funcions de seguretat.

Els equips que necessitin operacions periòdiques de manteniment hauran de situar-se en emplaçaments que permetin la plena accessibilitat de totes les seves parts, atenent als requeriments mínims mes exigents entre els marcats per la reglamentació vigent i les recomanacions del fabricant.

Per aquells equips dotats de vàlvules, comportes, unitats terminals, elements de control, etc, que per alguna raó hagin de quedar ocults, es preveurà un sistema d'accés fàcil per mitjà de comportes, mampares, panells o altres elements. La situació exacta d'aquets elements d'accés serà subministrada durant la fase de muntatge i quedarà reflectida en els plànols finals de la instal·lació.

Senyalització

Les conduccions de la instal·lació hauran d'estar senyalitzades amb franges, anells i fletxes disposades sobre la superfície exterior de les mateixes o del seu aïllament tèrmic, en el cas de que el tinguin, d'acord amb lo indicat en UNE 100100.

4.2.1.2.- Muntatge de canonades i accessoris

Generalitats

Abans de començar amb el muntatge s'ha de verificar que les canonades estiguin en bon estat, que no estiguin trencades, aixafades o oxidades. S'instal·laran de forma ordenada, disposant-les, sempre que sigui possible, paral·lelament a tres eixos perpendiculars entre sí i paral·lels als elements estructurals de la vivenda, sense tenir en compte la pendent que s'ha de tenir en compte en la horitzontal. La separació entre la superfície exterior de la canonada i qualsevol element ha de ser suficient per tal de permetre la manipulació i el manteniment tant de l'aïllant tèrmic (si existeix), com de qualsevol altre element de la instal·lació.

Les vàlvules roscades s'acoblaran correctament a les canonades, de manera que no hi pugui haver cap mena d'interferència entre aquestes i l'obturador.

L'alineació de les canalitzacions en unions, canvis de secció i derivacions es realitzarà sense forçar les canonades, utilitzant els corresponents accessoris o peces especials. Per la realització dels canvis de direcció s'utilitzaran preferentment peces especials, unides a les canonades mitjançant rosca, soldadura, encolat o brides. Quan les corbes es realitzin per encintat de la canonada, la secció transversal no podrà reduir-se ni deformar-se, la corba podrà fer-se corrugada per conferir major flexibilitat.

Connexions

Les connexions dels equips i els aparells a les canonades es realitzaran de tal manera que entre la canonada i l'equip no es transmeti cap esforç, degut al pes propi i les vibracions. Les connexions hauran de ser fàcilment desmuntables a fi de facilitar l'accés a l'equip en cas de separació o substitució. Els elements accessoris de l'equip, tals com vàlvules, instruments de mesura etc., hauran de instal·lar-se abans de la part desmuntable de la connexió, cap a la xarxa de distribució.

S'admeten canonades roscades de les canonades als equips o aparells solament quant el diàmetre sigui igual o menor que DN 50.

Unions

Segons el tipus de canonada empleada i la funció que aquesta hagi de complir, les unions poden realitzar-se per soldadura, encolat, rosca, brida, compressió mecànica o junta elàstica. Els extrems de les canonades es prepararan de forma adequada al tipus d'unió que s'hagi de realitzar.

Abans d'efectuar una unió, es repassaran i netejaran els extrems de les canonades per eliminar les reblaves que s'hagin format al tallar-les i qualsevol altre impuresa que es pugui haver dipositat en el interior o en la superfície exterior, utilitzant els productes recomanats pel fabricant. La neteja de les superfícies de les canonades de coure i de materials plàstics haurà de fer-se de manera acurada, ja que depèn l'estanqueïtat de la unió.

Les canonades s'instal·laran amb el menor nombre d'unions, en particular, no es permet l'aprofitament de retalls de canonades en trams rectes.

Entre les dos parts de les unions s'interposarà el material necessari per l'obtenció d'una estanqueïtat perfecta i duradora, a la temperatura i pressió de servei. Quan es realitzi la unió de dos canonades, directament o a través d'un accessori, aquelles no es deuen forçar per aconseguir que els extrems

coincideixin en el punt d'acoblament, si no que es deuen haver tallat i col·locat amb la deguda exactitud.

No es realitzaran unions en el interior dels manguitos que travessin murs, forjats o altres elements estructurals. Els canvis de secció en les canonades horitzontals s'efectuaran amb manguitos excèntrics i amb canonades enrasades per la generatriu superior per evitar la formació de bosses d'aire. En les derivacions horitzontals realitzades en trams horitzontals s'enrasaran les generatrius superiors de la canonada principal i del ramal.

Manguitos passamurs

Els manguitos passamurs es deuen col·locar en l'obra o en elements estructurals quan s'estiguin executant. L'espai comprès entre el maneguito i la canonada s'haurà d'emplenar amb una massilla plàstica, que segelli totalment el pas i permeti la lliure dilatació de la conducció.

Els manguitos es deuen acabar a ras de l'element d'obra, menys quant passin a través de forjats, en tal cas, deuen sobresortir uns 2 cm per la part superior. Es construiran amb un material adequat i amb unes dimensions suficients per a que pugui passar la canonada amb el seu aïllament tèrmic. Però sense superar 3cm de diferència. Quant el manguito travessi un element al que se l'exigeixi una determinada resistència al foc, la solució constructiva del conjunt mantindrà, com a mínim, la mateixa resistència.

Pendents

La col·locació de la xarxa de distribució del fluid caloportador es farà sempre de manera que s'eviti la formació de bosses d'aire. En els trams horitzontals les canonades tindran una pendent ascendent fins al purgador més pròxim. El valor de la pendent serà igual al 0,2 % com a mínim.

Els radis de curvatura seran els màxims que permeti l'espai disponible. Les derivacions hauran de formar un angle de 45° entre l'eix del ramal i l'eix de la canonada principal. L'ús de colzes o derivacions amb angles de 90° està

permès només quant l'espai disponible no deixi altre alternativa o quant es necessiti equilibrar un circuit.

Si per característiques de l'obra s'han d'instal·lar trams amb menys pendent que l'indicada, s'utilitzaran canonades de diàmetre immediatament major que el calculat.

Purgues

En circuits tancats, on es creïn punts alts deguts al traçat o a les pendents nomenades anteriorment, s'instal·laran purgadors per tal de poder eliminar l'aire que hi pugui quedar, preferiblement de manera automàtica. Aquests elements han de ser accessibles i han de tenir la descàrrega aire-aigua visible, sempre hi quant no estiguin instal·lats sobre certes unitats terminals.

Suports

Per tal de reduir la possibilitat de transmissió de vibracions, formació de condensacions i corrosió s'hauran de separar les canonades dels suports metàl·lics mitjançant material flexible no metàl·lic, que compleixen les necessitats de duresa i espessor necessàries per a la funció que realitzen.

Per al dimensionat, i la disposició dels suports de les canonades es seguiran les prescripcions marcades per la norma UNE corresponents al tipus de canonada.

Proves de lliure dilatació

Una vegada que les proves anteriors hagin set satisfactòries i s'hagin comprovat hidroestàticament els elements de seguretat, la instal·lació es portarà fins la temperatura de tarat dels elements de seguretat, havent anul·lat prèviament l'actuació dels aparells de regulació automàtica. Durant el refredament de la instal·lació i al finalitzar el mateix, es comprovarà visualment

que no hagin hagut deformacions apreciables en cap element o tram de canonada i que el sistema d'expansió ha funcionat correctament.

Altres proves

També són punts de comprovació la qualitat de la instal·lació, el grau de confort i seguretat i l'estalvi energètic.

Es tindrà molt en compte en comprovar el bon funcionament de la regulació automàtica del sistema.

4.2.2.-Posta en marxa.

Per tal de garantir l'eficient aprofitament de l'energia solar, i garantir també una llarga vida útil als components de la instal·lació, és de gran importància el procés de posta en marxa i la seva correcta realització.

Primerament, quan estiguin connectats tots els elements del circuit primari d'energia solar, es procedeix a omplir la instal·lació, de manera que la pressió de l'aigua de xarxa no superi 450 kPa, introduint alhora el líquid anticongelant en el circuit, deixant oberts els purgadors manuals oberts. Després es programa la central electrònica de regulació segons les condicions establertes.

4.3.- MANTENIMET INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA.

El manteniment de la instal·lació serà dut a terme, principalment, pel propietari o l'usuari de la instal·lació, és per aquest motiu que és necessari que aquesta persona conegui les diferents parts i components de la instal·lació per detectar possibles problemes de funcionament. En el document HE-4 del CTE es defineixen dos esglaons complementaris d'actuació, per tal de dur a terme una bona vigilància dels equips, tant pel seu bon funcionament com per obtenir la màxima eficiència. Aquests dos grups que engloben les diferents operacions de manteniment són el pla de vigilància i el pla de manteniment preventiu.

Pla de vigilància.

Dins d'aquest pla s'engloben les operacions que permeten assegurar que els valors operacionals de la instal·lació són els correctes. És un pla d'observació simple dels paràmetres funcionals principals, per tal de verificar el bon funcionament de la instal·lació. Les operacions a realitzar es mostren en la taula 4.1, extreta del CTE.

| Elemento de la instalación | Operación | Frecuencia (meses) | Descripción |
|----------------------------|---|--------------------|---|
| CAPTADORES | Limpieza de cristales | A determinar | Con agua y productos adecuados |
| | Cristales | 3 | IV condensaciones en las horas centrales del día. |
| | Juntas | 3 | IV Agrietamientos y deformaciones. |
| | Absorbedor | 3 | IV Corrosión, deformación, fugas, etc. |
| | Conexiones | 3 | IV fugas. |
| | Estructura | 3 | IV degradación, indicios de corrosión. |
| CIRCUITO PRIMARIO | Tubería, aislamiento y sistema de llenado | 6 | IV Ausencia de humedad y fugas. |
| | Purgador manual | 3 | Vaciar el aire del botellín. |
| CIRCUITO SECUNDARIO | Termómetro | Diaría | IV temperatura |
| | Tubería y aislamiento | 6 | IV ausencia de humedad y fugas. |
| | Acumulador solar | 3 | Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito. |

⁽¹⁾ IV: inspección visual

Taula 4.1: Pla de vigilància instal·lació solar.

Les recomanacions del fabricant dels col·lectors solars que s'utilitzaran en el present projecte, TAKAMA T2-INOX TRIDIMENSIONAL, bàsicament són: una

instal·lació en un lloc lliure d'ombres, amb la orientació i la inclinació indicades pel projectista i fixats sobre una superfície estable i sòlidament ancorada.

Pla de manteniment.

Són les operacions d'inspecció visual, verificació d'actuacions i altres, que aplicats a la instal·lació han de permetre mantenir dins dels límits acceptables les condicions de funcionament, prestacions, protecció i durabilitat de la instal·lació.

El manteniment implicarà, com a mínim, una revisió anual de la instal·lació per a instal·lacions amb una superfície de captació inferior a 20 m² i una revisió cada sis mesos per instal·lacions amb una superfície superior a 20 m².

El pla de manteniment l'ha de realitzar una persona que conegui la tecnologia solar tèrmica i les instal·lacions mecàniques en general. La instal·lació tindrà un llibre de manteniment on quedin reflectides totes les operacions realitzades així com el manteniment correctiu.

Cadascun dels sistemes tenen les seves pròpies operacions de manteniment, que queden detallades en les taules de la 4.2 a la 4.7.

| Equipo | Frecuencia (meses) | Descripción |
|-------------|-----------------------|--|
| Captadores | 6 | IV diferencias sobre original. IV diferencias entre captadores. |
| Cristales | 6 | IV condensaciones y suciedad |
| Juntas | 6 | IV agrietamientos, deformaciones |
| Absorbedor | 6 | IV corrosión, deformaciones |
| Carcasa | 6 | IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración |
| Conexiones | 6 | IV aparición de fugas |
| Estructura | 6 | IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos |
| Captadores* | 12 | Tapado parcial del campo de captadores |
| Captadores* | 12 | Destapado parcial del campo de captadores |
| Captadores* | 12 | Vaciado parcial del campo de captadores |
| Captadores* | 12 | Llenado parcial del campo de captadores |

* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.

⁽¹⁾ IV: inspección visual

Taula 4.2: Manteniment pel sistema de captació.

| Equipo | Frecuencia (meses) | Descripción |
|-----------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| Depósito | 12 | Presencia de lodos en fondo |
| Ánodos sacrificio | 12 | Comprobación del desgaste |
| Ánodos de corriente impresa | 12 | Comprobación del buen funcionamiento |
| Aislamiento | 12 | Comprobar que no hay humedad |

Taula 4.3: Manteniment pel sistema d'acumulació.

| Equipo | Frecuencia (meses) | Descripción |
|-----------------------------|--------------------|------------------------------|
| Intercambiador de placas | 12 | CF eficiencia y prestaciones |
| | 12 | Limpieza |
| Intercambiador de serpentín | 12 | CF eficiencia y prestaciones |
| | 12 | Limpieza |

¹⁾ CF: control de funcionamiento

Taula 4.4: Manteniment pel sistema d'intercanvi.

| Equipo | Frecuencia (meses) | Descripción |
|---------------------------|--------------------|--|
| Fluido refrigerante | 12 | Comprobar su densidad y pH |
| Estanqueidad | 24 | Efectuar prueba de presión |
| Aislamiento al exterior | 6 | IV degradación protección uniones y ausencia de humedad |
| Aislamiento al interior | 12 | IV uniones y ausencia de humedad |
| Purgador automático | 12 | CF y limpieza |
| Purgador manual | 6 | Vaciar el aire del botellín |
| Bomba | 12 | Estanqueidad |
| Vaso de expansión cerrado | 6 | Comprobación de la presión |
| Vaso de expansión abierto | 6 | Comprobación del nivel |
| Sistema de llenado | 6 | CF actuación |
| Válvula de corte | 12 | CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento |
| Válvula de seguridad | 12 | CF actuación |

⁽¹⁾ IV: inspección visual

⁽²⁾ CF: control de funcionamiento

Taula 4.5: Manteniment pel sistema hidràulic.

| Equipo | Frecuencia (meses) | Descripción |
|------------------------------------|--------------------|---|
| Cuadro eléctrico | 12 | Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo |
| Control diferencial | 12 | CF actuación |
| Termostato | 12 | CF actuación |
| Verificación del sistema de medida | 12 | CF actuación |

⁽¹⁾ CF: control de funcionamiento

Taula 4.6: Manteniment pel sistema elèctric i de control.

| Equipo | Frecuencia (meses) | Descripción |
|--|-----------------------|--------------|
| Sistema auxiliar | 12 | CF actuación |
| Sondas de temperatura | 12 | CF actuación |
| ⁽¹⁾ CF: control de funcionamiento | | |

Nota: Para las instalaciones menores de 20 m2 se realizarán conjuntamente en la inspección anual las labores del plan de mantenimiento que tienen una frecuencia de 6 y 12 meses.
No se incluyen los trabajos propios del mantenimiento del sistema auxiliar.

Taula 4.7: Manteniment pel sistema d'energia auxiliar.

4.4.- FULLS D'ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES.

4.4.1.- Captador solar.

Marca comercial: TAKAMA

Model: TAKAMA-T2-INOX

Característiques principals:

- Pes del captador en funcionament 43,5 kg.
- Pes al buit 41 kg.
- Pressió màxima de treball 7 bars.
- Graella de 8 tubs verticals de tipus "FLAT PIPE" de coure Ø10 mm soldats amb coure a dos tubs horitzontals de coure de Ø 18 mm.
- Quatre sortides nues de tub Ø18 mm amb ràcords de unió rectes sense soldadura a prova de dilatacions.
- Superfície de captació 2,593 m².
- garantia 10 anys.



Figura 4.1: Col·lector solar Takama T2 INOX.

4.4.2.- Dipòsit acumulador.

Marca comercial: IDROGAS

Model: CV 300 M1S

Característiques principals:

- Fabricat en acer vitrificat S/DIN 4753.
- Aïllament tèrmic d'espuma rígida de poliuretà injectat en motlle, 50mm.
- Lliure de CFC.
- Acabat exterior propilè, desmuntable amb cobertes inferiors i superiors.
- Intercanviador en la part inferior.
- Garantia 5 anys.

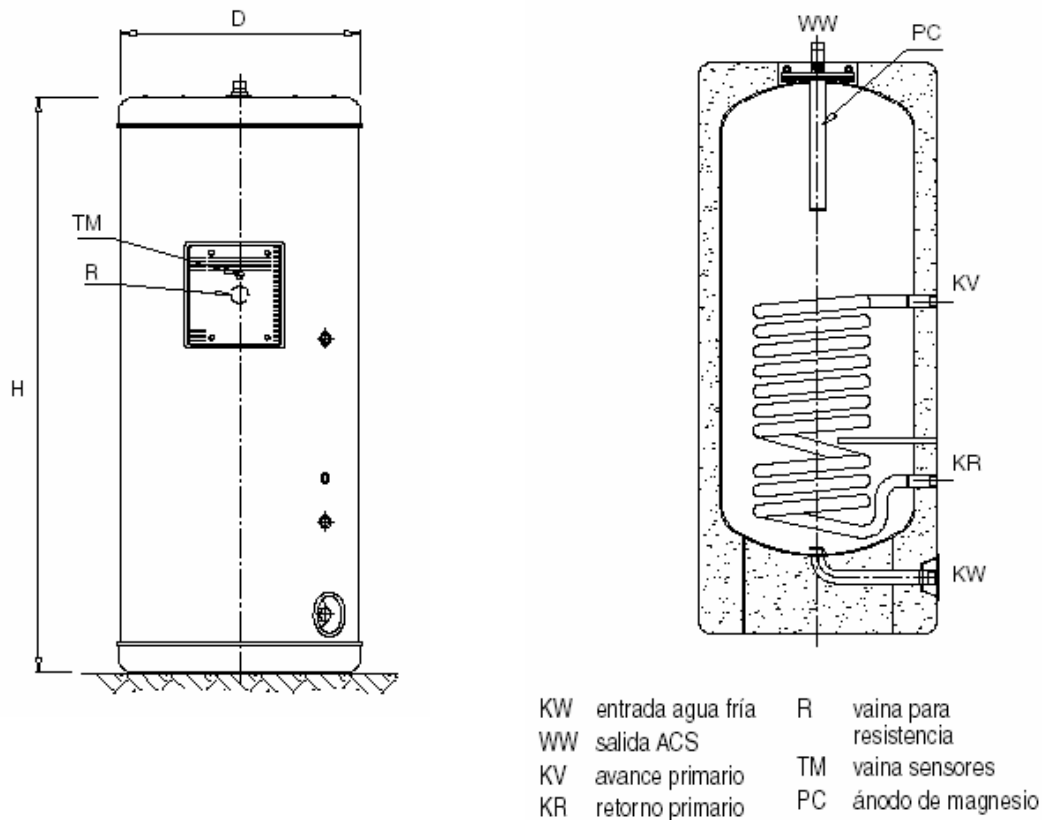


Figura 4.2: Esquema i cotes dipòsit acumulador ACS Idrogas.

Característiques tècniques:

| Modelo | | CV 80 | CV 110 | CV 150 | CV 200 | CV 300 |
|--------------------------|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Capacidad de A.C.S. | l | 80 | 110 | 150 | 200 | 300 |
| Temp. máx. acum. A.C.S. | °C | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Presión máx. acumulación | bar | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Temp. máx. primario | °C | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Presión máx. primario | bar | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Superficie intercambio | m ² | 0,31 | 0,47 | 0,63 | 0,8 | 1,2 |
| Dimensiones | | | | | | |
| cota H | mm | 935 | 1155 | 1260 | 1207 | 1685 |
| cota D | mm | 480 | 480 | 560 | 620 | 620 |

Taula 4.8: Característiques tècniques dipòsit acumulador.

4.4.3.- Dipòsit d'inèrcia.

Marca comercial: IDROGAS

Model: PUW 1000 l.

Característiques principals:

- Temperatura d'acumulació 99°C.
- Pressió de treball acumulador 3 bar.
- Pressió de treball bescanviador 12 bar.
- Poliuretà flexible de 100 mm espessor (PUF 100).

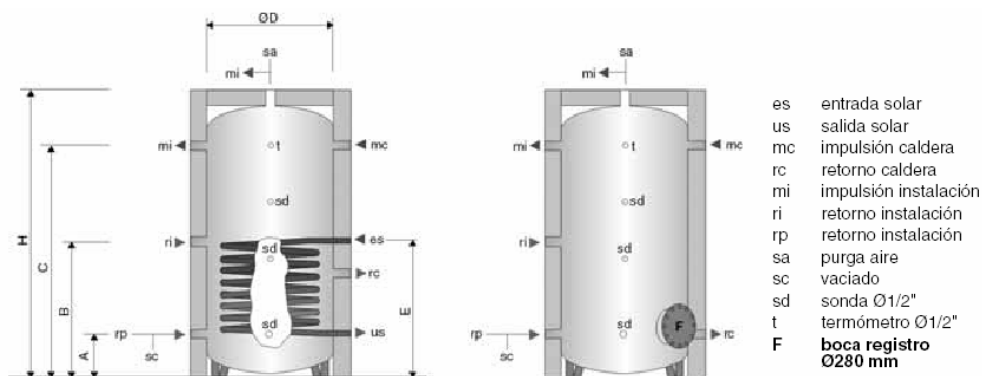


Figura 4.3: Dipòsit d'inèrcia Idrogas

Característiques tècniques:

- Capacitat 1000 litres.
- Bescanviador 2,4 m².
- Pes 170 kg.

| Dimensiones (mm) | | | | | | Conexiones | | |
|------------------|-----|------|-----|------|------|------------|----------|-------|
| A | B | C | ØD | E | H | mc-rc | mi-ri-rp | es-us |
| 340 | 620 | 1470 | 650 | 740 | 1800 | 1-1/4" | 1-1/4" | 1" |
| 370 | 750 | 1750 | 750 | 970 | 2080 | 1-1/2" | 1-1/2" | 1" |
| 375 | 760 | 1900 | 800 | 975 | 2250 | 1-1/2" | 1-1/2" | 1" |
| 420 | 880 | 2040 | 950 | 1020 | 2430 | 1-1/2" | 1-1/2" | 1" |

Taula 4.9: Característiques tècniques dipòsit d'inèrcia.

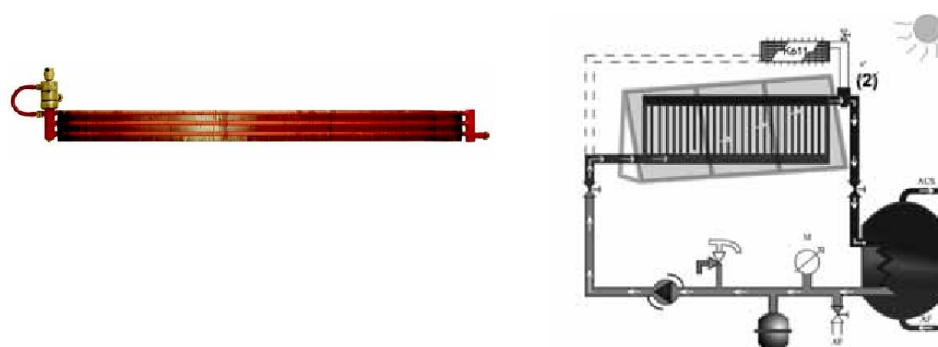
4.4.4.- Dissipador d'escalfor.

Marca comercial: ESCOSOL

Model: DISIP 6.

Característiques principals:

- Segons normativa UNE-EN 12828.
- Dissipador de 4000W amb vàlvula i bescanviador.



En épocas de gran aportación de energía solar y baja demanda y cuando la temperatura de salida de los colectores alcanza los 90°C, quedan abiertas, parcialmente, las tres vías de la válvula (2). La consecuencia es un enfriamiento parcial. La válvula de 3 vías mezclara ambos flujos antes de ir a la instalación.

Figura 4.4: Dissipador d'escalfor Ecosol DISIP 6.

Característiques tècniques:

- Dissipa la càrrega per falta de consum, avaria o falta d'electricitat en la instal·lació.
- Evita salts tèrmics superiors a 60°C.
- Evita pressions elevades.

4.4.5.- Grup hidràulic

Marca comercial:ROCA

Model: KHS10.

Característiques principals:

- Motor de C.A. 1-230,50 Hz amb condensador incorporat de 2,4 F.



Figura 4.5: Grup hidràulic ROCA KHS10.

Característiques tècniques:

| | Potencia | Intensidad |
|-----------|----------|------------|
| Velocidad | KHS10 | KHS10 |
| | (W) | (A) |
| Máxima | 65 | 0,28 |
| Media | 46 | 0,20 |
| Económica | 30 | 0.13 |

4.4.6.- Centraleta reguladora

Marca comercial: RESOL

Model: DELTASOL

Característiques principals:

- Recolleix la informació de les diferents sondes i regula el funcionament de la instal·lació.



Figura 4.6: Centraleta reguladora.

Característiques tècniques:

- Nombre d'entrades: 10.
- Nombre de sortides: 6.
- Teclat: 3 botons.
- Alimentació 1-230 V/50Hz.
- Muntatge: mural.
- Entrada per sensor de radiació solar.

4.4.7.- Vas d'expansió.

Marca comercial: SALVADOR ESCODA

Model: 5 AMR-E

Característiques principals:

- Vas d'expansió de membrana.
- Encarregat d'absorbir la variació de pressions del circuit.
- Fabricat en acer d'alta qualitat i membrana de cautxú.

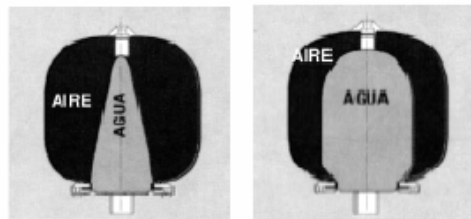


Figura 4.7: Vas d'expansió.

Característiques tècniques:

- Capacitat: 5 litres
- Pressió màxima: 10 bar
- Pressió de precàrrega: 1,5 bar.
- Temperatura màxima: 110°C.



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i
calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

5.-ESTAT D'AMIDAMENTS.



Escola Politècnica Superior

Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i
calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

Lídia Bertran Lorente



Universitat de Lleida

Índex de l'estat d'amidaments.

| | |
|--|------------|
| 5.-ESTAT D'AMIDAMENTS..... | 221 |
| <i>Índex de l'estat d'amidaments.....</i> | 223 |
| 5.1.- PARTIDES DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS..... | 225 |
| 5.2.-Partida 1: Energia solar. | 226 |
| 5.3.- Partida 2: ACS | 227 |
| 5.4.- Partida 3: Calefacció. | 228 |

5.1.- PARTIDES DE L'ESTAT D'AMIDAMENTS.

L'estat d'amidaments s'ha dividit de manera que es puguin associar millor els amidaments amb la zona de la instal·lació on s'ubiquen. S'ha dividit en 3 partides:

- Partida 1: Energia solar.
- Partida 2: ACS
- Partida 3: Calefacció.

5.2.-Partida 1: Energia solar.

| Descripció | Unitat | Quantitat |
|--|--------|-----------|
| Col·lectors solar TAKAMA T2-INOX | unitat | 7 |
| Aigua desmineralitzada 25 l | litres | 25 |
| Propilengicol 25 l | litres | 25 |
| Dissipador d'escalfor Salvador Escoda CE 19912 | unitat | 1 |
| Grup hidràulic ROCA KHS 10 | unitat | 2 |
| Vas d'expansió Salvador Escoda AMR-E | unitat | 2 |
| Tuberia de coure 3/4" | metres | 80,75 |
| Aïllament tuberia | metres | 60,75 |
| Taps 3/4" | unitat | 14 |
| Vàlvula de bola 3/4" | unitat | 16 |
| Vàlvula antiretorn 1" | unitat | 4 |
| Filtre partícules sòlides 3/4" Salvador Escoda | unitat | 1 |
| Vàlvula d'equilibrat 3/4" | unitat | 2 |
| Vàlvula de seguretat 1" | unitat | 1 |
| Purgador d'aire Roca Flexvent | unitat | 3 |
| Centralita de regulació RESOL, DELTASOL | unitat | 1 |
| Sonda temperatura RESOL T28 | unitat | 1 |
| Sensor de radiació | unitat | 1 |
| Manòmetre | unitat | 3 |
| Colze 90° 3/4" | unitat | 28 |
| T 3/4" | unitat | 4 |
| Reducció 3/4" | unitat | 4 |
| Fixadora 3/4" | unitat | 40 |
| Mà d'obra oficial 1ª | hores | 30 |
| Mà d'obra peó | hores | 22 |

Taula 5.1: Amidaments partida energia solar.

5.3.- Partida 2: ACS

| Descripció | Unitat | Quantitat |
|--------------------------------------|--------|-----------|
| Dipòsit acumulador IDROGAS CV300 M1S | unitat | 1 |
| Sonda de temperatura RESOL | unitat | 1 |
| Manòmetre | unitat | 1 |
| Vàlvula antiretorn 3/4" | unitat | 2 |
| Vàlvula de seguretat | unitat | 1 |
| Vàlvula reductora de pressió 3/4" | unitat | 1 |
| Filtre de partícules sòlides 1" | unitat | 1 |
| Tuberia de coure 3/4" | metres | 22 |
| Aïllament | metres | 9,15 |
| Fixadora 3/4" | unitat | 10 |
| Mà d'obra oficial 1ª | hores | 5 |
| Mà d'obra peó | hores | 5 |

Taula 5.2:Amidaments partida ACS.

5.4.- Partida 3: Calefacció.

| Descripció | Unitat | Quantitat |
|------------------------------------|--------|-----------|
| Dipòsit d'inèrcia IDROGAS PUW 1000 | unitat | 1 |
| Sonda de temperatura RESOL | unitat | 1 |
| Manòmetre | unitat | 1 |
| Vàlvula de bola | unitat | 3 |
| Vàlvula antiretorn 1" | unitat | 1 |
| Vàlvula de seguretat | unitat | 1 |
| Vàlvula reductora de pressió 1" | unitat | 1 |
| Filtre de partícules sòlides 3/4" | unitat | 1 |
| Tuberia de coure 3/4" | metres | 22 |
| Aïllament | metres | 11 |
| Fixadora 3/4" | unitat | 8 |
| Mà d'obra oficial 1ª | hores | 8 |
| Mà d'obra peó | hores | 8 |

Taula 5.3: Amidaments partida calefacció.

6.-PRESSUPOST



Índex del pressupost.

| | |
|--|------------|
| Índex del pressupost..... | 231 |
| 6.1.- PREUS UNITARIS..... | 233 |
| 6.1.1.- Preus unitaris partida 1: energia solar..... | 233 |
| 6.1.2.- Preus unitaris partida 2:ACS..... | 235 |
| 6.1.3.- Preus unitaris partida 3: calefacció..... | 236 |
| 6.2.- PRESSUPOST PER PARTIDES..... | 237 |
| 6.2.1.- Pressupost per partida 1: energia solar..... | 237 |
| 6.2.2.- Pressupost per partida 2: ACS..... | 239 |
| 6.2.3.- Pressupost per partida 3: calefacció..... | 240 |
| 6.3.- PRESSUPOST GENERAL..... | 241 |



6.1.- PREUS UNITARIS.

6.1.1.- Preus unitaris partida 1: energia solar.

| Descripció | Unitat | Preu/unitat (€) |
|--|--------|-----------------|
| Col·lectos solar TAKAMA T2-INOX | unitat | 725 |
| Aigua desmineralitzada 25 l | litres | 15,3 |
| Propilengicol 25 l | litres | 79,8 |
| Dissipador d'escalfor SE CE 19912 | unitat | 527 |
| Grup hidràulic ROCA KHS 10 | unitat | 185,5 |
| Vas d'expansió Salvador Escoda AMR-E | unitat | 33,8 |
| Tuberia de coure 3/4" de 6m | metres | 26,7 |
| Aïllament tuberia | metres | 3,49 |
| Taps 3/4" | unitat | 0,96 |
| Vàlvula de bola 3/4" | unitat | 4,98 |
| Vàlvula antiretorn 3/4" | unitat | 10,25 |
| Filtre partícules sòlides 3/4" Salvador Escoda | unitat | 14,9 |
| Vàlvula d'equilibrat 3/4" | unitat | 69,03 |
| Vàlvula de seguretat 1" | unitat | 38,25 |
| Purgador d'aire Roca Flexvent | unitat | 7,35 |
| Centraleta de regulació | unitat | 413,65 |
| Sonda temperatura RESOL T28 | unitat | 35,43 |
| Sensor de radiació | unitat | 65,45 |
| Manòmetre | unitat | 12,65 |
| Colze 90° 3/4" | unitat | 4,93 |
| T 3/4" | unitat | 3,5 |
| Reducció 3/4" | unitat | 2,78 |

| Descripció | Unitat | Preu/unitat (€) |
|----------------------|--------|-----------------|
| Fixadora 3/4" | unitat | 0,12 |
| Mà d'obra oficial 1ª | hores | 28 |
| Mà d'obra peó | hores | 17 |

Taula 6.1-.Preus unitaris partida 1.

6.1.2.- Preus unitaris partida 2:ACS.

| Descripció | Unitat | Preu/unitat (€) |
|----------------------------------|--------|-----------------|
| Dipòsit acumulador IDROGAS CV300 | unitat | 625 |
| Sonda de temperatura RESOL | unitat | 35,43 |
| Manòmetre | unitat | 12,65 |
| Vàlvula antiretorn 3/4" | unitat | 10,25 |
| Vàlvula de seguretat | unitat | 38,25 |
| Filtre de partícules sòlides 1" | unitat | 14,9 |
| Tuberia de coure 3/4" | metres | 34,7 |
| Aïllament | metres | 3,49 |
| Fixadora 3/4" | unitat | 0,15 |
| Mà d'obra oficial 1ª | hores | 28 |
| Mà d'obra peó | hores | 17 |

Taula 6.2-.Preus unitaris partida 2.

6.1.3.- Preus unitaris partida 3: calefacció.

| Descripció | Unitat | Preu/unitat (€) |
|------------------------------------|--------|-----------------|
| Dipòsit d'inèrcia IDROGAS PUW 1000 | unitat | 470,25 |
| Sonda de temperatura RESOL | unitat | 35,43 |
| Manòmetre | unitat | 12,65 |
| Vàlvula de bola | unitat | 5,75 |
| Vàlvula antiretorn | unitat | 10,25 |
| Vàlvula de seguretat | unitat | 38,25 |
| Vàlvula reductora de pressió 1" | unitat | 65,9 |
| Filtre de partícules sòlides 3/4" | unitat | 14,9 |
| Tuberia de coure 3/4" | metres | 34,7 |
| Aïllament | metres | 3,49 |
| Fixadora 3/4" | unitat | 0,15 |
| Mà d'obra oficial 1ª | hores | 28 |
| Mà d'obra peó | hores | 17 |

Taula 6.3.-Preus unitaris partida 3

6.2.- PRESSUPOST PER PARTIDES

6.2.1.- Pressupost per partida 1: energia solar

| Descripció | Unitat | Quantitat | Preu/unitat (€) | Total |
|--|--------|-----------|-----------------|----------|
| Col·lectos solar TAKAMA T2-INOX | unitat | 7 | 725 | 5.075,00 |
| Aigua desmineralitzada 25 l | litres | 25 | 15,3 | 382,50 |
| Propilengicol 25 l | litres | 25 | 79,8 | 1.995,00 |
| Dissipador d'escalfor SE CE 19912 | unitat | 1 | 527 | 527,00 |
| Grup hidràulic ROCA KHS 10 | unitat | 2 | 185,5 | 371 |
| Vas d'expansió SE AMR-E | unitat | 2 | 33,8 | 67,6 |
| Tuberia de coure 3/4" de 6m | metres | 38,75 | 26,7 | 1034,46 |
| Aïllament tuberia | metres | 44,75 | 3,49 | 156,18 |
| Taps 3/4" | unitat | 14 | 0,96 | 13,44 |
| Vàlvula de bola 1" | unitat | 10 | 5,75 | 57,50 |
| Vàlvula de bola 3/4" | unitat | 6 | 4,98 | 29,88 |
| Vàlvula antiretorn 1" | unitat | 4 | 10,25 | 41,00 |
| Filtre partícules sòlides 1" Salvador Escoda | unitat | 1 | 14,9 | 14,90 |
| Vàlvula d'equilibrat 3/4" | unitat | 2 | 69,03 | 138,06 |
| Vàlvula de seguretat 1" | unitat | 1 | 38,25 | 38,25 |
| Purgador d'aire Roca Flexvent | unitat | 3 | 7,35 | 22,05 |
| Centraleta de regulació RESOL, DELTASOL | unitat | 1 | 413,65 | 413,65 |
| Sonda temperatura RESOL T28 | unitat | 1 | 35,43 | 35,43 |
| Sensor de radiació | unitat | 1 | 65,45 | 65,45 |
| Manòmetre | unitat | 3 | 12,65 | 37,95 |
| Colze 90° 3/4" | unitat | 28 | 4,93 | 138,04 |
| T 3/4" | unitat | 4 | 3,5 | 14,00 |

| Descripció | Unitat | Quantitat | Preu/unitat (€) | Total |
|------------------------|--------|-----------|-----------------|-------------------|
| Reducció 3/4" | unitat | 4 | 2,78 | 11,12 |
| Fixadora 3/4" | unitat | 40 | 0,12 | 5,25 |
| Mà d'obra oficial 1ª | hores | 24 | 28 | 672,00 |
| Mà d'obra peó | hores | 24 | 17 | 408,00 |
| TOTAL PARTIDA 1 | | | | 11.862,03€ |

Taula 6.4-.Pressupost partida 1: energia solar.

6.2.2.- Pressupost per partida 2: ACS

| Descripció | Unitat | Quantitat | Preu/unitat (€) | Total (€) |
|-----------------------------------|--------|-----------|-----------------|------------------|
| Dipòsit acumulador IDROGAS CV300 | unitat | 1 | 625 | 625,00 |
| Sonda de temperatura RESOL | unitat | 1 | 35,43 | 35,43 |
| Manòmetre | unitat | 1 | 12,65 | 12,65 |
| Vàlvula antiretorn 3/4" | unitat | 5 | 10,25 | 51,25 |
| Vàlvula de seguretat | unitat | 1 | 38,25 | 38,25 |
| Vàlvula reductora de pressió 3/4" | unitat | 1 | 65,9 | 65,90 |
| Filtre de partícules sòlides 1" | unitat | 1 | 14,9 | 14,90 |
| Tuberia de coure 3/4" | metres | 22 | 34,7 | 763,41 |
| Aïllament | metres | 9,15 | 3,49 | 31,93 |
| Fixadora 3/4" | unitat | 10 | 0,15 | 1,50 |
| Mà d'obra oficial 1ª | hores | 5 | 28 | 140,00 |
| Mà d'obra peó | hores | 5 | 17 | 85,00 |
| TOTAL PARTIDA 2 | | | | 1.876,73€ |

Taula 6.5.-Pressupost partida 2: ACS.

6.2.3.- Pressupost per partida 3: calefacció

| Descripció | Unitat | Quantitat | Preu/unitat (€) | Total |
|------------------------------------|--------|-----------|-----------------|-----------------|
| Dipòsit d'inèrcia IDROGAS PUW 1000 | unitat | 1 | 470,25 | 470,25 |
| Sonda de temperatura RESOL | unitat | 1 | 35,43 | 35,43 |
| Manòmetre | unitat | 1 | 12,65 | 12,65 |
| Vàlvula de bola 3/4" | unitat | 11 | 5,75 | 63,25 |
| Vàlvula antiretorn 3/4" | unitat | 7 | 10,25 | 71,75 |
| Vàlvula de seguretat | unitat | 1 | 38,25 | 38,25 |
| Vàlvula reductora de pressió 1" | unitat | 1 | 65,9 | 65,90 |
| Filtre de partícules sòlides 3/4" | unitat | 1 | 14,9 | 14,90 |
| Tuberia de coure 3/4" | metres | 22 | 34,7 | 381,70 |
| Aïllament | metres | 11 | 3,49 | 38,39 |
| Fixadora 3/4" | unitat | 8 | 0,15 | 1,20 |
| Mà d'obra oficial 1ª | hores | 8 | 28 | 224,00 |
| Mà d'obra peó | hores | 8 | 17 | 136,00 |
| TOTAL PARTIDA 3 | | | | 1.935,37 |

Taula 6.6.-Pressupost partida 3: calefacció.

6.3.- PRESSUPOST GENERAL.

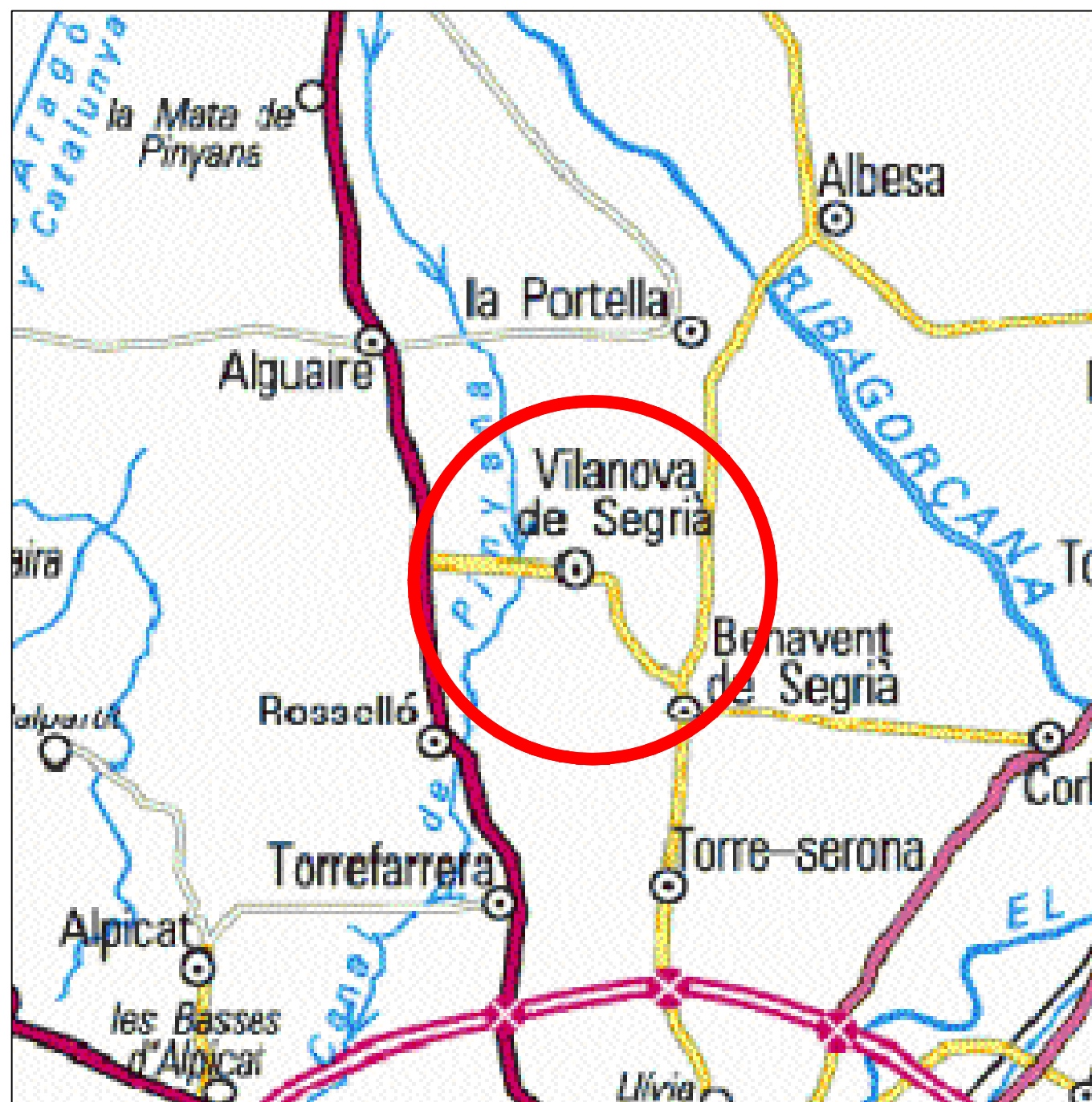
| Partides | Total (€) |
|--------------------------|------------------|
| Partida 1: energia solar | 11.862,03 |
| Partida 2: ACS | 1.876,73 |
| Partida 3: calefacció | 1.935,37 |
| TOTAL PARTIDES | 15.674,13 |


| | |
|--------------------------------|------------|
| Pressupost d'execució material | 15.674,13€ |
| 10% despeses generals | 1.567,41€ |
| 7% benefici industrial | 1.097,18€ |

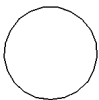
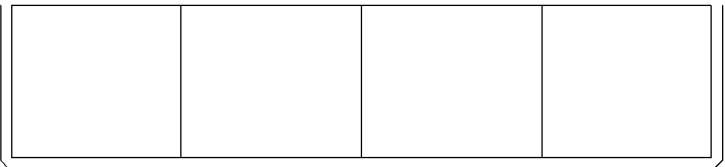
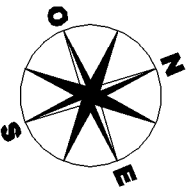
| | |
|------------------------|------------|
| BASE IMPOSABLE | 18.339,01€ |
| 16% I.V.A. DE CONTRATA | 2.934,24€ |

| | |
|-------------------------|-------------------|
| TOTAL PRESSUPOST | 21.273,25€ |
|-------------------------|-------------------|

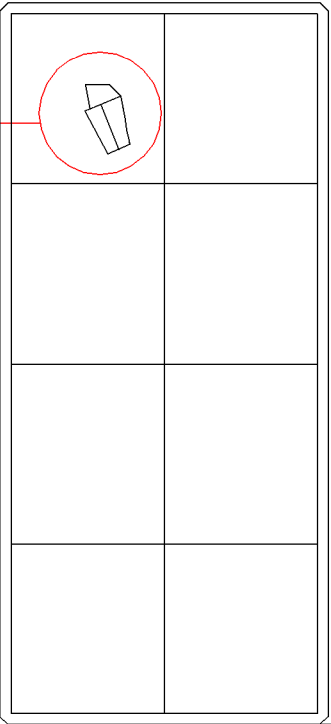
El pressupost general de la instal·lació d'aquest projecte ascendeix a **VINT-I-UN MIL DOS CENTS SETANTA TRES EUROS AMB VINT-I-CINC CÈNTIMS.**



| | | | |
|-----------|------------|------------|--|
| | NOM | DATA | EPS Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a V. Segrià.  |
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 | |
| COMPROVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 | |
| ESCALA | SITUACIÓ | | NÚM. 1/11 |
| - | | | |

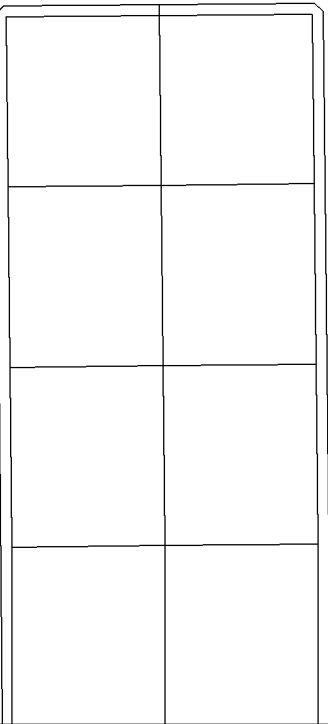


CARRER DE LA PLAÇA

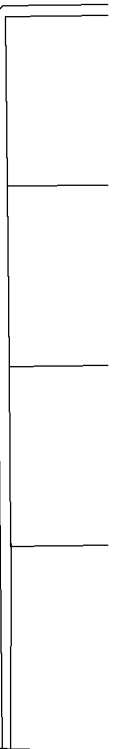


EMPLAÇAMENT

CARRER FORNERS



CARRER SECA DEL MELE



CARRER MARTÍ I POL

CAMÍ VELL D'ALGUAIRE

| | NDM | DATA |
|----------|------------|------------|
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 |
| COMPRVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 |

☐ Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià.

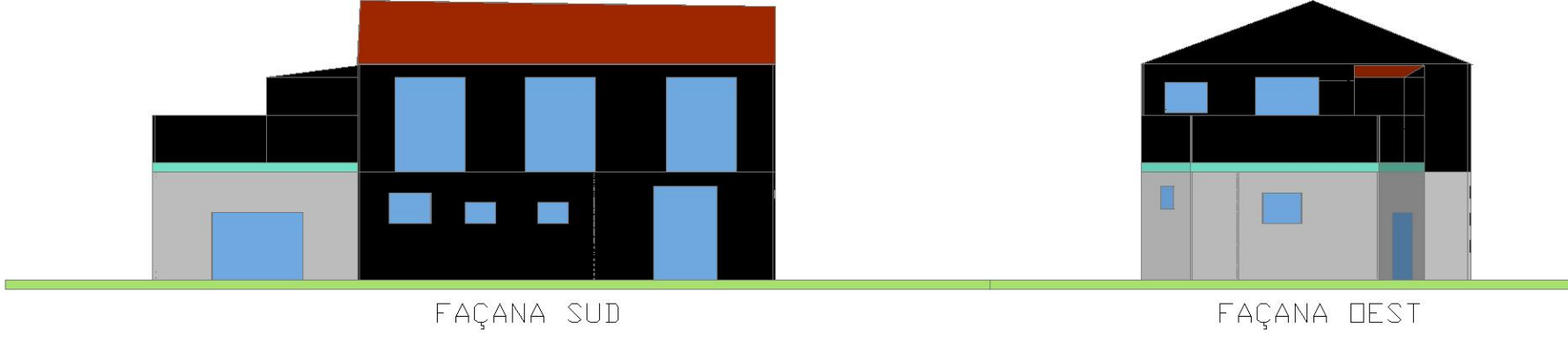
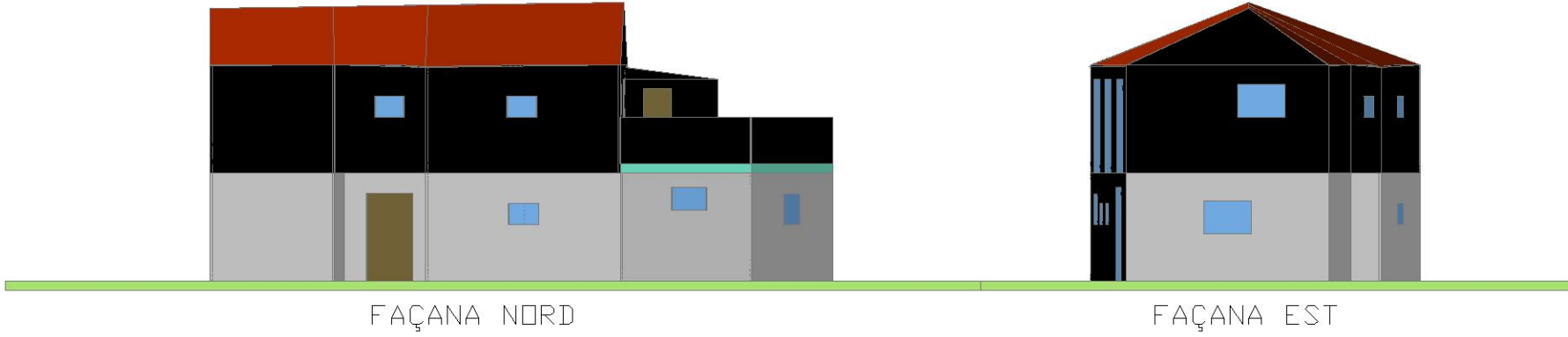


EMPLAÇAMENT

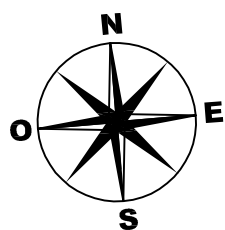
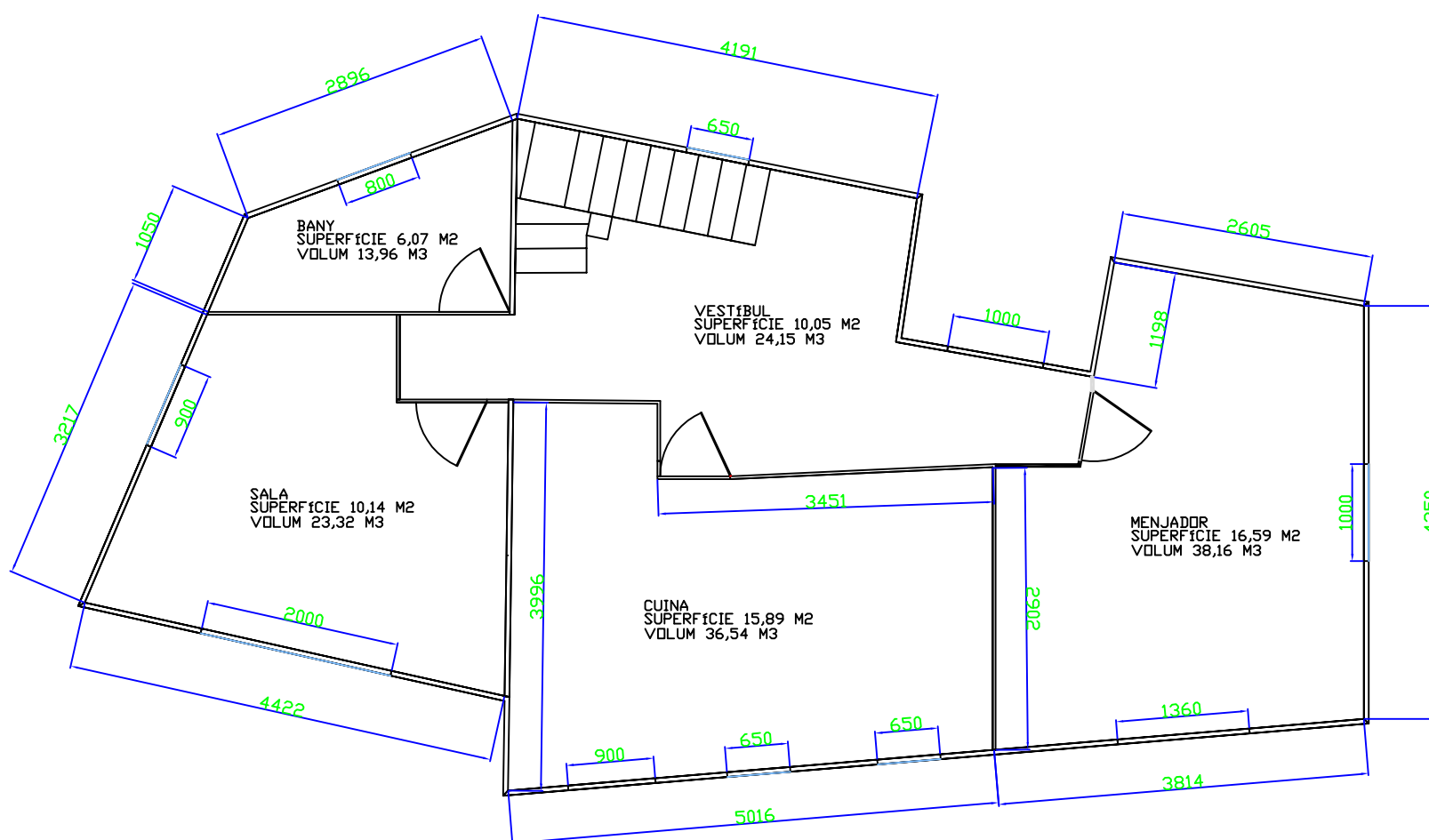
ESCALA


1:100

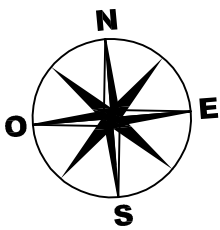
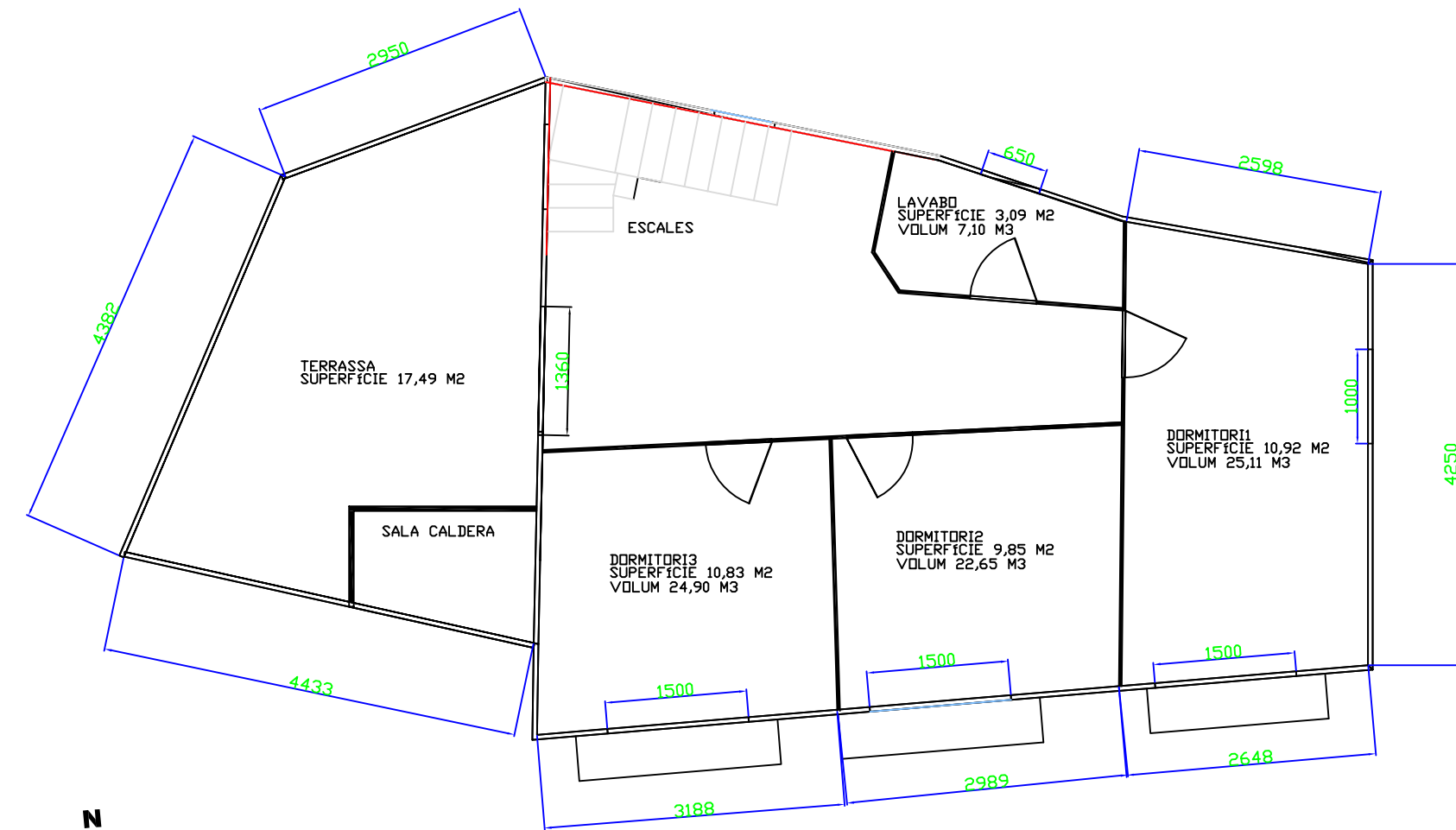
NDM. 2/11



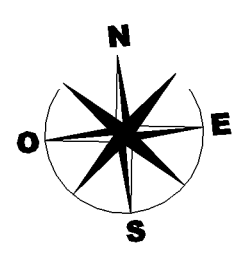
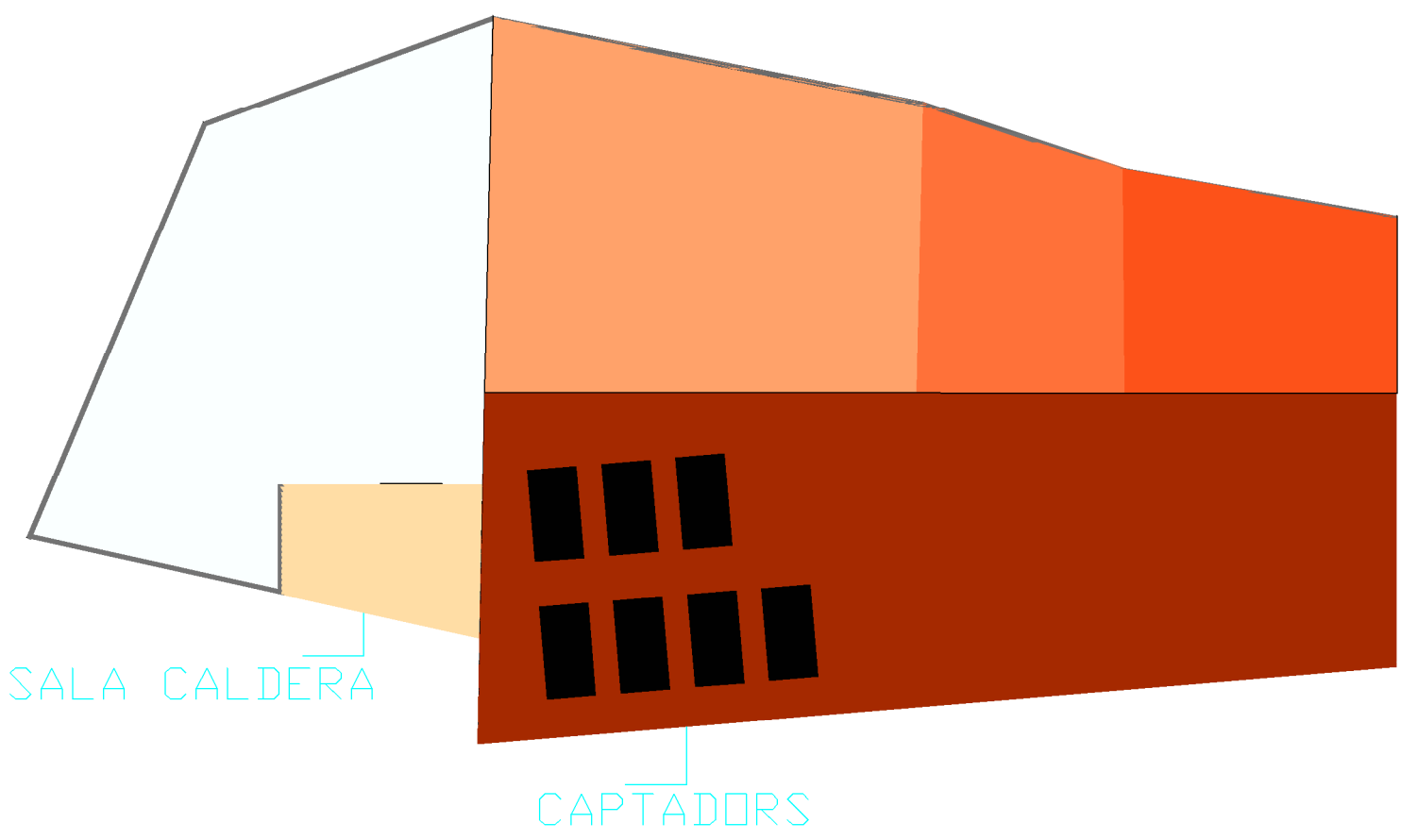
| | | | |
|-------------|----------------|------------|---|
| | NOM | DATA | Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a V. Segrià. |
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 | |
| COMPROVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 | |
| ESCALA - | VISTES FAÇANES | | NÚM. 3/11 |
| | | | |



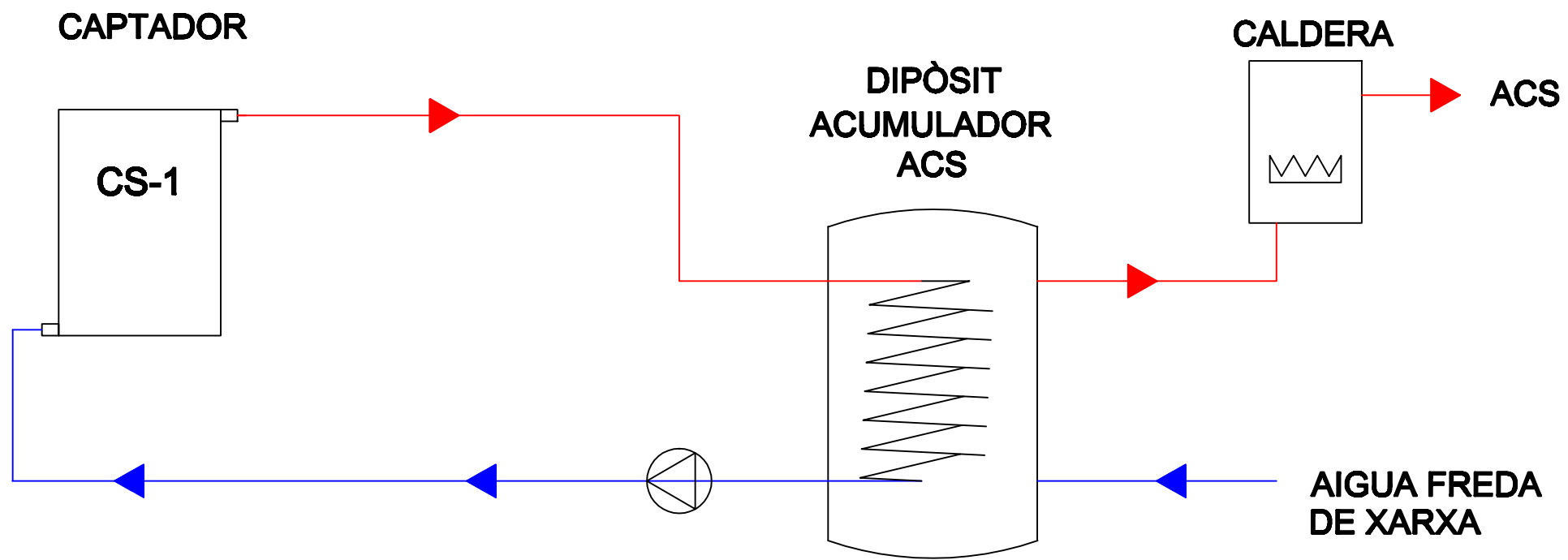
| | | | |
|-----------------|--|------------|--|
| | NOM | DATA | EPS Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià  |
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 | |
| COMPROVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 | |
| ESCALA 1:500 | PLANTA BAIXA. DISTRIBUCIÓ ÀREES I VOLUMS. | | NÚM. 4/11 |
| | | | |



| | | | |
|-----------------|---|------------|---|
| | NOM | DATA | Eps Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià. |
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 | |
| COMPROVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 | |
| ESCALA 1:500 | PRIMERA PLANTA. DISTRIBUCIÓ ÀREES I VOLUMS. | | NÚM. 5/11 |

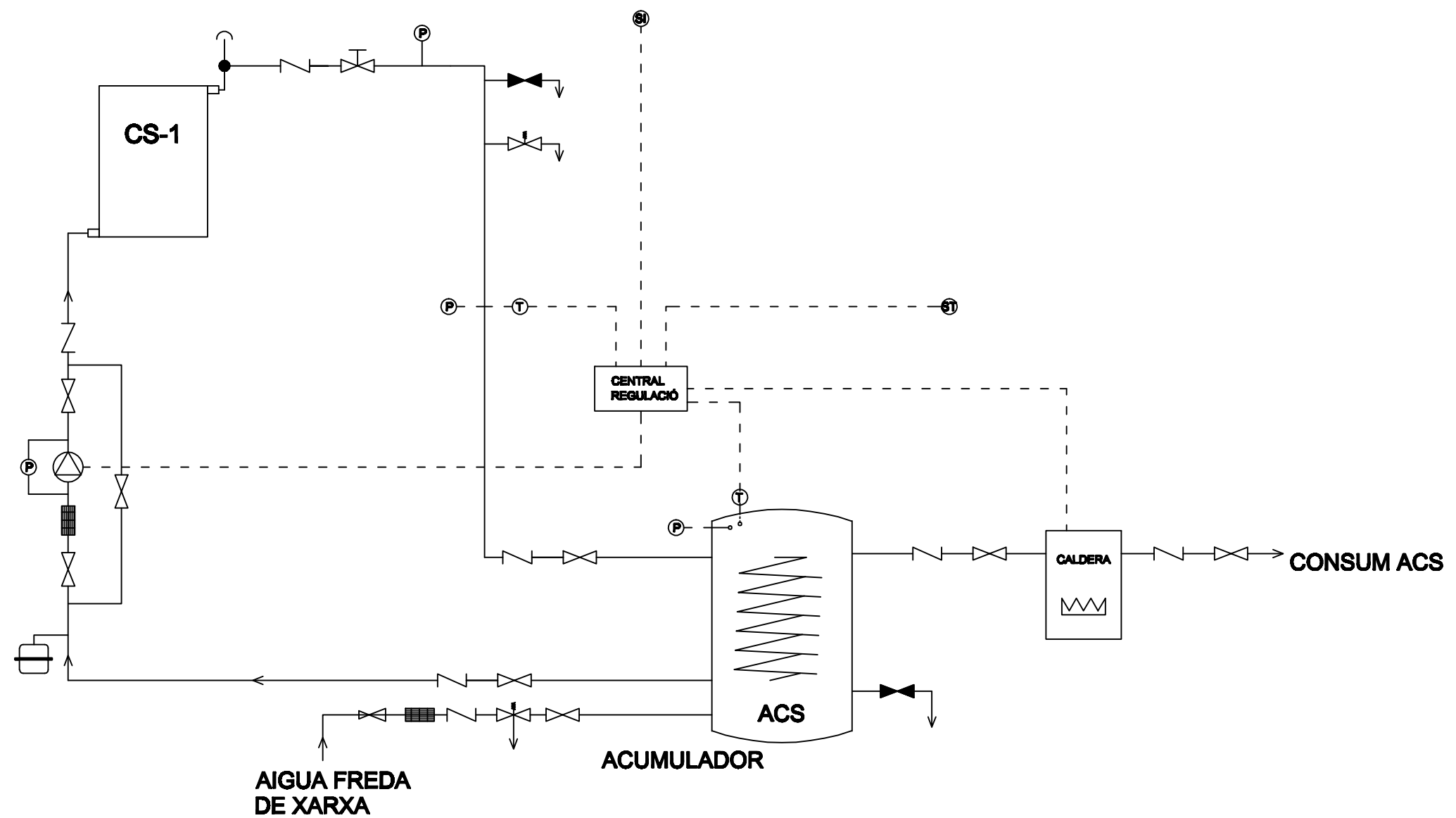


| | | | |
|-----------------|---|------------|--|
| | NOM | DATA | <input type="checkbox"/> Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià. <input type="checkbox"/> |
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 | |
| COMPROVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 | |
| ESCALA 1:250 | SITUACIÓ CAPTADORS I SALA DE CALDERA | | NÚM. 6/11 |
| | | | |



| SIMBOLOGIA | |
|------------------------|--|
| CAPTADOR | |
| DIPÒSIT ACUMULADOR ACS | |
| CALDERA | |
| BOMBA CIRCULACIÓ | |

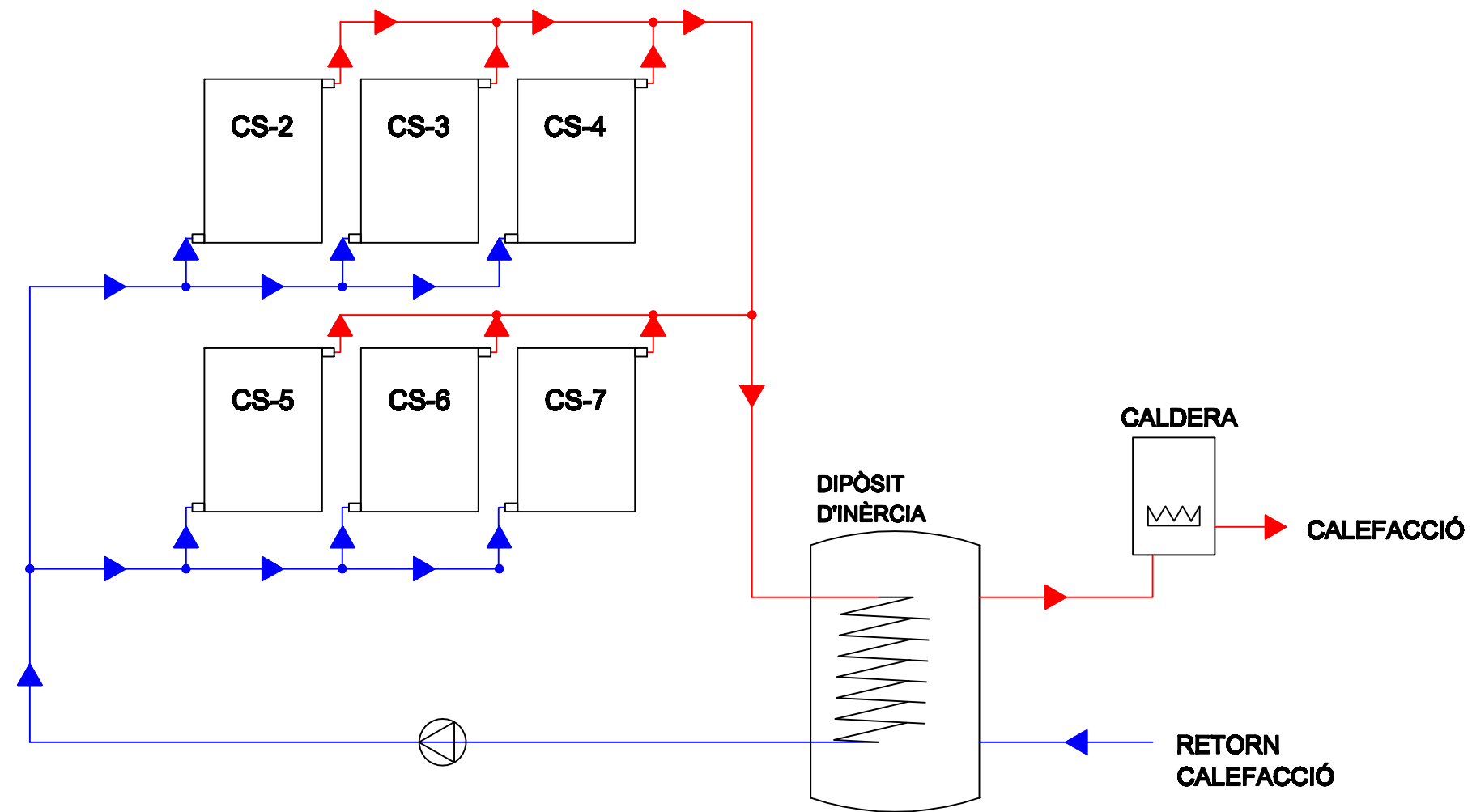
| | | | |
|-----------|----------------------------|------------|---|
| | NOM | DATA | Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a V. Segrià. |
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 | |
| COMPROVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 | |
| ESCALA | - DIAGRAMA DE PRNCIPI ACS. | | NUM. 7/11 |
| | | | |



SIMBOLOGIA

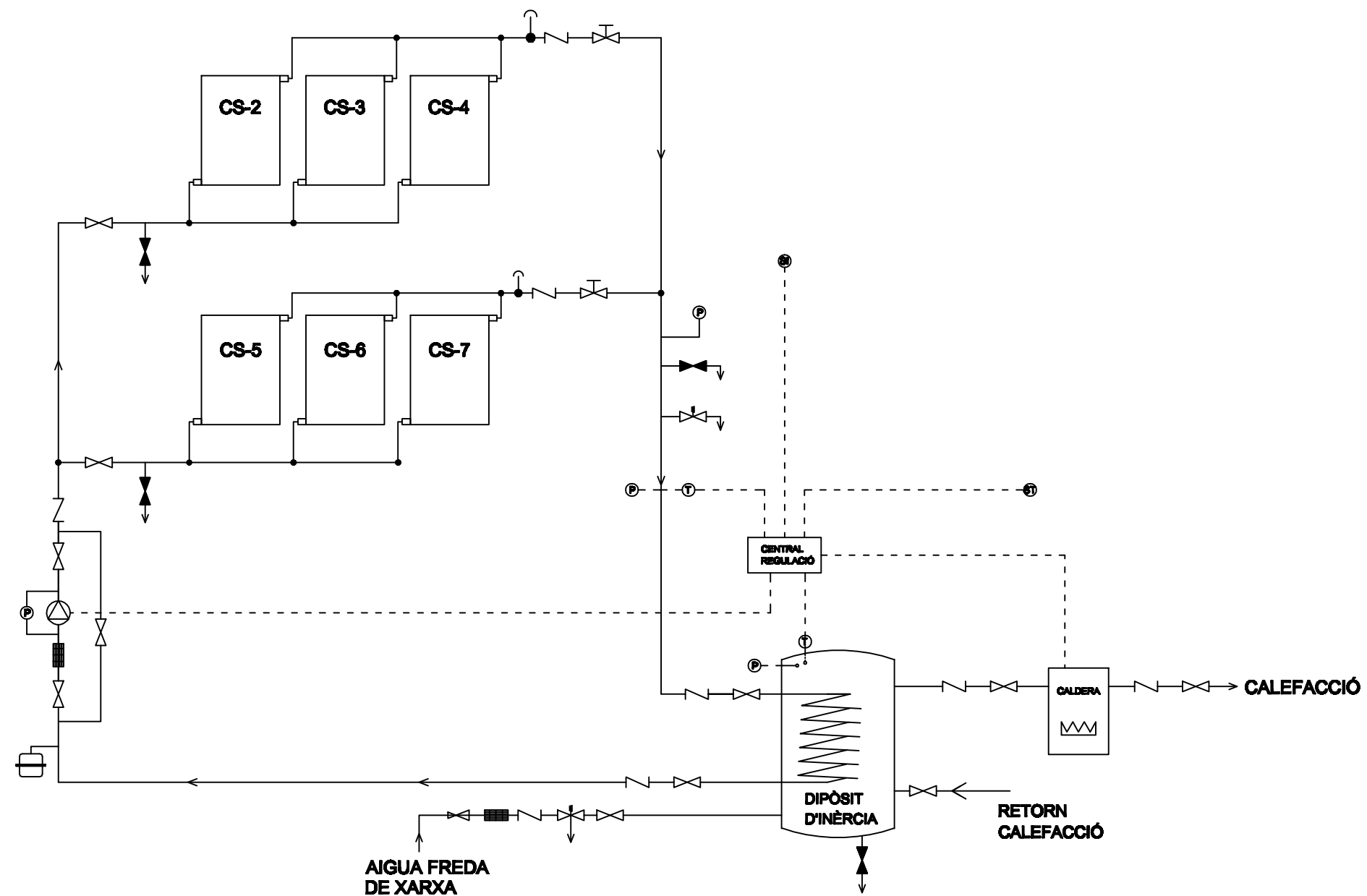
| | | | |
|------------------------|--|----------------------------|--|
| CAPTADOR | | VAS D'EXPANSIÓ | |
| DIPÒSIT ACUMULADOR ACS | | MANÒMETRE | |
| CALDERA | | PURGADOR AIRE | |
| BOMBA CIRCULACIÓ | | VÀLVULA DE BUIDAT | |
| VÀLVULA DE TALL | | TERMÒMETRE | |
| VÀLVULA ANTIRETORN | | SENSOR IRRADIACIÓ | |
| VÀLVULA DE SEGURETAT | | SENSOR TEMPERATURA AMBIENT | |
| FILTRE | | VÀLVULA EQUILIBRAT | |

| | | | |
|-----------|----------------------------|------------|---|
| | NOM | DATA | Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a V. Segrià. |
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 | |
| COMPROVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 | |
| ESCALA | DIAGRAMA D'ENGINYERIA ACS. | | NÚM. 8/11 |
| - | | | |





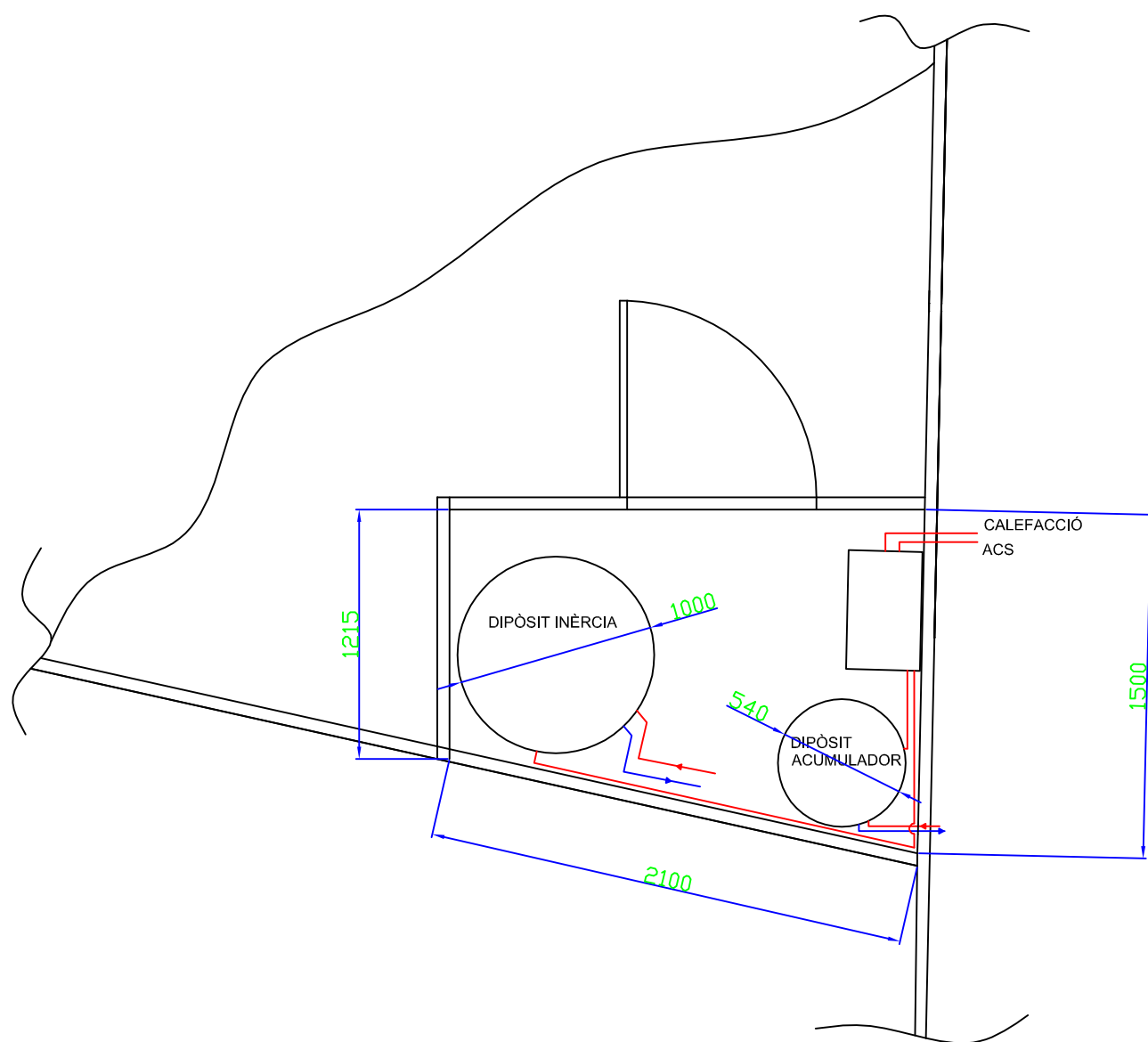
| SIMBOLOGIA | |
|-------------------|--|
| CAPTADOR | |
| DIPÒSIT D'INÈRCIA | |
| CALDERA | |
| BOMBA CIRCULACIÓ | |


| | | | |
|-----------|---------------------------------|------------|--|
| | NOM | DATA | EPS Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a V. Segrià. |
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 | |
| COMPROVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 | |
| ESCALA | DIAGRAMA DE PRNCIPI CALEFACCIÓ. | | NUM. 9/11 |
| - | | | |



| SIMBOLOGIA | | | |
|----------------------------|--|----------------------------|--|
| CAPTADOR | | VAS D'EXPANSIÓ | |
| DIPÒSIT INÈRCIA CALEFACCIÓ | | MANÒMETRE | |
| CALDERA | | PURGADOR AIRE | |
| BOMBA CIRCULACIÓ | | VÀLVULA DE BUIDAT | |
| VÀLVULA DE TALL | | TERMÒMETRE | |
| VÀLVULA ANTIRETORN | | SENSOR IRRADIACIÓ | |
| VÀLVULA DE SEGURETAT | | SENSOR TEMPERATURA AMBIENT | |
| FILTRE | | VÀLVULA EQUILIBRAT | |

| | | | |
|-------------|---------------------------------|------------|---|
| | NOM | DATA |  Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a V. Segrià.  |
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 | |
| COMPROVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 | |
| ESCALA - | DIAGRAMA DE PRNCIPI CALEFACCIÓ. | | NUM. 10/11 |
| | | | |



| | | | |
|-----------------|---------------------------------|------------|--|
| | NOM | DATA | Eps Disseny instal·lació solar tèrmica per ACS i calefacció per una casa a Vilanova de Segrià  |
| DIBUIXAT | L. BERTRAN | 11/02/2008 | |
| COMPROVAT | A. CASTELL | 15/02/2008 | |
| ESCALA 1:200 | SITUACIÓ DIPÒSITS I CALDERA. | | NÚM. 11/11 |
| | | | |